

TRAITÉ
DE
LA DÉFENSE
DES PLACES
PAR
LES CONTRE-MINES,

Avec des réflexions sur les principes de l'Artillerie.





A PARIS, RUE DAUPHINE,
Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT,
Libraire du Roi pour le Génie & l'Artillerie,
à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. LXVIII.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

[illegible]

J
pa
fe
ta
m
d
c
r
l

AVANT PROPOS.

JE divise ce petit Traité en trois parties : dans la premiere, je présente une idée générale des avantages qu'on peut tirer des contre-mines pour la défense des places ; dans la seconde, j'expose les principes généraux de la théorie des mines ; dans la troisieme, je développe la maniere de faire usage des contre-mines pour la défense d'une place.

Puisse cet Ouvrage, fruit de mon expérience & de mes réfléxions, être de quelque utilité à un corps qui me fut toujours cher ! Je ne fais qu'y réunir en un tout les principes que j'ai toujours tâché d'y répandre.

Puissent ces derniers loisirs, que

j'emploie à le mettre en état de paroître, contribuer encore au ſervice du Roi, lorſque la nature me refuſe de le faire par mes travaux !



TABLE DES ARTICLES.

PREMIERE PARTIE.

SECONDE PARTIE.

TROISIEME PARTIE.

FAUTE A CORRIGER.

PAGE 30, *lignes* 13 & 18, *au lieu de* ligne de moyenne réſiſtance, *liſez* ligne de moindre réſiſtance.

APPROBATION.

J'AI lu par ordre de Monseigneur le Vice-Chancelier un manuscrit intitulé : *Traité de la défense des Places par les Contre-mines*, *avec des réflexions sur les principes de l'Artillerie.* Les connoissances répandues dans cet ouvrage le rendront très-utile dans la défense des places & important au service de l'Artillerie. Il est difficile de n'y pas reconnoître le génie du célebre Officier général, auteur de la *Dissertation sur les mines*, insérée à la fin du troisieme volume du *Commentaire sur Polybe*, par le Chevalier *de Folard*. Nous pensons que cet Ouvrage ne fera pas moins d'honneur à la mémoire de ce grand homme, que le Traité sur *l'attaque des Places* du Maréchal *de Vauban* n'en fait à celle de ce fameux & illustre Ingénieur. Fait à Versailles, le 4 Mars 1768. *Signé*, LE BLOND.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conseillers, les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conseil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Justiciers qu'il appartiendra, SALUT. Notre amé CHARLES-ANTOINE JOMBERT, notre Libraire à Paris, Nous a fait exposer qu'il desireroit faire imprimer & donner au public : *Les Pensées de M. le Marquis de Silva sur la Tactique ; Le Traité de la défense des Places par les Contre-mines ; La Théorie des Fleuves, traduite de l'Allemand, de M. de Silberschlag ; & Le Supplément du Teinturier Parfait*, s'il nous plaisoit lui accorder nos Lettres de privilege pour ce nécessaires. A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Exposant, nous lui avons permis & permettons par ces présentes, de faire imprimer lesdits Ouvrages autant de fois que bon lui semblera, & de les vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le tems de six années consécutives, à compter du jour de la date des Présentes : Faisons défenses à tous Imprimeurs, Libraires, & autres personnes, de quelque qualité & condition qu'elles soient, d'en introduire d'impression étrangere dans aucun lieu de notre obéissance ; comme aussi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire lesdits Ouvrages, ni d'en faire aucun extrait, sous quelque prétexte que ce puisse être, sans la permission expresse

& par écrit dudit Expoſant, ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiſcation des exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, & l'autre tiers audit Expoſant, ou à celui qui aura droit de lui, & de tous dépens, dommages & intérêts: à la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le regiſtre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion deſdits Ouvrages ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caractères, conformément aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725, à peine de déchéance du préſent Privilege; qu'avant de les expoſer en vente, les manuſcrits qui auront ſervi de copie à l'impreſſion deſdits Ouvrages, ſeront remis dans le même état où l'approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le ſieur DE LAMOIGNON, & qu'il en ſera enſuite remis deux exemplaires dans notre Bibliothéque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle dudit ſieur DE LAMOIGNON, & un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Vice-Chancelier & Garde des Sceaux de France, le Sieur DE MAUPEOU: le tout à peine de nullité des Préſentes, du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant ou ſes ayans cauſe pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il lui ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie deſdites préſentes, qui ſera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin deſdits Ouvrages, ſoit tenue pour duement ſignifiée; & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers, Secretaires, foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autres permiſſions, & nonobſtant clameur de haro, Charte normande, & Lettres à ce contraires; CAR tel eſt notre plaiſir. DONNÉ à Compiegne le dix-ſeptieme jour du mois d'Août, l'an de grace mil ſept cent ſoixante-huit, & de notre regne le cinquante-troiſieme. Par le Roi en ſon Conſeil. LE BEGUE.

Regiſtré ſur le Regiſtre XVII. de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, No. 114, fol. 61, conformément aux Réglemens de 1723. A Paris le 26 Août 1768. BRIASSON, *Syndic.*

TRAITÉ



TRAITÉ DE LA DÉFENSE DES PLACES *PAR LES CONTRE-MINES.*

PREMIERE PARTIE.

Réflexions ſur la connoiſſance des Mines, & ſur les avantages que l'on en peut tirer pour la défenſe des Places.

QUAND l'Eſpagne fit la conquête du royaume de Naples ſur la France, un Italien nommé *François George*, entretenu à Naples en qualité d'architecte, propoſa au capitaine *Pierre de Navarre*, général de l'armée eſpagnole, faiſant pour lors le ſiege du château de l'Œuf, de le rendre maître dans peu de ce château : les François qui le défendoient eurent là le ſort

d'éprouver le premier effet de la poudre dans les mines ; l'architecte travailla, & il parvint, soit avec connoissance de cause, soit par hasard, à placer des poudres de maniere qu'il renversa une partie de la forteresse & de la garnison dans la mer. Voilà l'origine des volcans artificiels inventés pour faciliter la prise des places ; mais il se trouve au contraire, & l'on n'y fait point assez d'attention, que c'est ce qu'il y a de meilleur pour les défendre.

Quand rien ne s'oppose au passage du mineur, il est facile de renverser une contrescarpe & d'ouvrir un bastion ; & si quelquefois, avec cette facilité, on voit des mines ne point réussir, c'est une ignorance qui n'est pas pardonnable à ceux qui se mêlent de les faire construire, à moins que d'ailleurs quelque hétérogénité que l'on n'a pas pu appercevoir ne nécessite la poudre à un autre effet que celui qui doit résulter dans une masse homogene ; mais la faute arrive plus souvent par ignorance que par les inconvéniens : d'autant qu'un homme qui sçait son fait, distingue ordinairement les lieux où il doit craindre quelqu'un de ces inconvéniens ; & s'il ne voit pas les moyens d'y remédier, il doit du moins avertir le général de ce qu'il craint.

On n'a point assez pris garde à quel point

le nom de contre-mines convient aux mines, parce qu'étant bien entendues, elles sont absolument contre l'assiégeant & donnent à l'assiégé la facilité de le prevenir dans toutes celles qu'il voudroit tenter. Préparées pour la défense des places, personne n'ignore combien elles en imposent à celui qui attaque; mais le mal qu'il en a reçu jusqu'à présent n'est rien en comparaison de celui qu'on peut lui faire & des difficultés qu'on peut lui opposer. On n'avancera pas que les contre-mines peuvent rendre une place imprenable; mais on avouera qu'à ruse égale, on ne voit pas les moyens de surmonter les obstacles, ni de réussir à une attaque qui seroit contre-minée avec ordre & défendue avec intelligence.

On juge bien que l'on entend parler d'une place située en lieu convenable pour les mines, fortifiée sur les principes d'un bon systême, avec une garnison suffisante pour la défense ordinaire, approvisionnée des munitions de guerre, de bouche, & de toutes les choses dont l'expérience a fait connoître la nécessité.

Celui qui sçaura donc se servir de contre-mines, construites comme elles le devroient être, pourra arrêter le mineur ennemi, l'étouffer, ou gâter son ouvrage, ensorte qu'il ne sera pas possible à d'autres

de revenir au même endroit ; il pourra aussi, s'il veut le laisser entrer dans des galeries, lui barrer le chemin par où il sera venu, & le prendre sans lui faire de mal. Il y a des cas où il est bon de le surprendre & de le poignarder dans son trou. Enfin l'assiégé qui sçaura profiter de tous ses avantages, sera absolument maître du sort de son ennemi ; & sans entrer dans le détail des pieges & des ruses que le mineur ennemi ne pourra prévoir, on peut assûrer qu'il se trouvera dans l'impossibilité d'avancer, toutes les routes sous terre lui étant interdites, & ne pouvant faire de mines qui lui soient d'aucune utilité. Alors l'assiégeant, nécessité de braver les mines de la place & de conduire son attaque selon l'art ordinaire, sera d'une valeur plus opiniâtre qu'on ne peut s'imaginer si sa constance est à l'épreuve de tous les maux que l'assiégé pourra lui faire, non-seulement dans ses approches, mais encore à son logement de chemin couvert, & par-tout où il aura la témérité de se porter.

S'il chemine par sappe au chemin couvert, il est bon de tems à autre de l'avertir par quelque fourneau du péril où il est ; s'il l'attaque de vive force, les mines dans ce tems paroissent assez inutiles : il est vrai qu'elles peuvent ébranler les troupes pen-

dant l'attaque & leur enterrer quelques hommes, mais les entonnoirs ſervent de logemens, & il vaut mieux garder les fourneaux pour déranger le travail, & par conſéquent gagner du tems; d'autant mieux qu'il ne faut charger ces premiers fourneaux que quand on veut s'en ſervir, afin d'être toujours à tems d'empêcher le mineur ennemi d'y arriver, ce qui ne ſe peut quand ils ſont chargés.

L'ennemi étant arrivé au chemin couvert, pendant qu'il perfectionnera ſon logement, pourra de nouveau tenter de rentrer ſous terre, mais il ſera encore arrêté & retrouvera les mêmes difficultés de toutes parts qu'il a déja rencontrées. Si-tôt qu'il travaillera aux épaulemens de ſes batteries pour breches, il ſera bon de faire ſauter & de déranger ce logement entier du chemin couvert par les mines ſurperficielles. Il y a de bonnes raiſons pour en uſer ainſi, & pour ne point attendre cette premiere fois que le canon ſoit en batterie. Ces premieres mines dégagent & allegent les terres aux endroits où le canon ſe doit placer, ce qui facilite les autres mines à porter ce canon du côté de la place. Lorſqu'il aura rétabli ce logement, ce qui ne ſe fait pas en peu de jours, & qu'il aura placé ſon canon, les fourneaux inférieurs, que l'on

ſuppoſe diſpoſés avec ordre & chargés comme il convient, le porteront dans le foſſé de la place. Une aventure pareille doit étonner un ennemi : autre logement à recommencer, & autre canon à rétablir ; mais d'autres mines qui culbuteront encore ce canon dans le même foſſé de la place, auront lieu de le ſurprendre. S'il a l'audace d'en replacer une troiſieme fois, il eſſuiera encore le même inconvénient ; & enfin, dans une hauteur de 25 à 30 pieds de terre, il eſt facile de faire ſauter juſqu'à 5 & 6 fois une même ſuperficie, & certainement c'eſt plus qu'il ne faut pour rebuter l'ennemi le plus opiniâtre.

Toutes ces mines doivent être diſpoſées de maniere à ne point endommager le parapet du chemin couvert, ainſi il demeurera toujours en état d'être occupé à chaque fois que le logement ſera renverſé. Pendant ce tems, il ne faut point épargner les ſappes, les communications & les paralleles d'où l'ennemi ſoutient ſon logement de chemin couvert ; il faut toujours quelque fourneau en jeu, avec cette attention de ne faire ſauter que les travaux que l'on connoît être les plus perfectionnés.

Il faut remarquer ici que ſi la profondeur du terrein eſt convenable à pouvoir faite ſauter cinq fois la ſuperficie qui avoi-

ſiné le chemin couvert, il eſt facile, en plein terrein qui aura la même profondeur, de diſpoſer les fourneaux de maniere à enlever dix fois les mêmes endroits dans toute la ſuperficie du glacis ou de la campagne, & cela parce qu'on n'eſt point aſſujetti à un ſeul côté, comme auprès de la paliſſade.

Si les contre-mines ont mis l'ennemi hors d'état de faire breche avec ſon canon, & qu'il s'opiniâtre à la réuſſite de ſon entrepriſe, quel parti pourra-t-il prendre ? Aura-t-il recours à l'eſcalade ? Ce projet eſt aſſez chimérique, & peu à craindre pour une garniſon qui ſçait ſe défendre. Reviendra-t-il à ſon mineur ? Ce mineur n'a que deux moyens pour arriver au corps de la place ou de l'ouvrage attaqué, l'un de paſſer du chemin couvert par-deſſous le foſſé, travail de longue haleine, & dans le cours duquel il ſera certainement arrêté ; l'autre de renverſer la contreſcarpe, ou de faire la deſcente du foſſé pour le paſſer à la faveur d'un épaulement : dans l'un & l'autre de ces deux ouvrages, on peut encore l'inquiéter ſuffiſamment pour le rebuter ; mais ſuppoſé qu'il parvienne au corps de l'ouvrage, une galerie magiſtrale avec ſes écoutes, derriere l'eſcarpe, le mettra dans l'impoſſibilité de réuſſir.

Dans ces derniers tems les ennemis se sont avisés d'arriver au chemin couvert par des sappes couvertes, ou pour mieux dire, par des galeries sous terre, laissant seulement un pied ou demi-pied de terre sur leurs têtes ; après quoi, faisant tomber ce ciel, leurs logemens se trouvent presque faits. Rien n'est plus facile que d'arrêter cet ouvrage & de les contraindre à prendre un autre parti si l'on veut.

Les contre-mines seules faisant le mal dont on ne donne ici qu'une idée générale, joint à cela la bonne conduite d'une garnison, qui peut & doit, par des manœuvres entendues & faites à propos, contribuer à la désolation entiere de l'ennemi, en profitant des différens dérangemens qui lui arrivent par les effets des mines ; il faut convenir que c'est la meilleure & peut-être l'unique défense dont on puisse tirer d'aussi grands avantages.

L'on n'avance ici rien qui ne soit fondé sur une théorie expérimentée ; la chose gît en fait, & l'on en assûre, non-seulement la possibilité, mais aussi la facilité : mais la connoissance de ces avantages roule sur une méchanique aidée d'une certaine ruse géométrique, s'il est permis de parler ainsi, à laquelle il faut avoir l'esprit préparé.

Pour la préparation des contre-mines il

faut du tems & de la dépense ; l'un & l'autre cependant ne sont pas si considérables qu'on pourroit se l'imaginer. En trois ou quatre mois, s'il ne se rencontre point de roc vif, on peut perfectionner une place en contre-mines & se rendre maître de la campagne jusqu'à 60 & 70 toises au-delà de la palissade, bien entendu avec le nombre suffisant de travailleurs.

Pour la dépense, on l'estime peu de chose par rapport aux millions que coûte la bâtisse des places, à l'occasion desquelles il est important & nécessaire d'employer toute l'industrie possible pour les conserver.

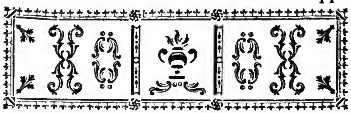
Une attention qu'il faudroit avoir, si l'on entreprenoit de ces ouvrages, seroit de ne point travailler lentement & par parties ; il seroit à propos d'envelopper les parties susceptibles de contre-mines d'une même place toutes à la fois, parce qu'il seroit fâcheux d'avoir un front préparé & d'être emporté par un autre, outre que cela apprendroit à l'ennemi une construction qu'il ne devinera toujours que trop tôt.

La science des contre-mines a un avantage sur celle des fortifications : cette derniere est en partie arbitraire ; mais la position & la construction des contre-mines sont nécessitées par trois choses principales, la premiere par le systême de fortification de la place dont il s'agit, la seconde par

les différentes dimenſions du ſolide des terres qui avoiſinent la place, & la troiſieme par la nature de ces terres. Un autre avantage non moins conſidérable, eſt que cette poſition peut être différemment ſituée, ce qui ôte toute connoiſſance à l'ennemi, quelqu'habile qu'il puiſſe être.

Les galeries coffrées en bois ſont plus faciles à défendre & ſont auſſi plus commodes, pour éviter certains accidens, que celles qui ſont maçonnées; mais comme on eſt obligé de revêtir de maçonnerie ces ouvrages, pour qu'ils durent, il faut, pour éviter ces mêmes accidens, que le ciel de la galerie ſoit plat, c'eſt-à-dire, que la voûte en dedans ſoit plate & non en ceintre, comme on les fait.

Lorſqu'il y a eu pluſieurs fois de la poudre brûlée dans les galeries, les parties nitreuſes & ſulphureuſes de la poudre mêlées avec les vapeurs ſouterreines, en répandent une ſi épaiſſe & ſi inſupportable dans les galeries & dans les terres, que les mineurs ne peuvent y réſiſter; ſouvent ils s'évanouiſſent & meurent, ſi on n'a pas le ſoin de les retirer au plus vîte: mais dans la conſtruction des galeries, il y a des précautions à prendre pour y purifier & faire circuler l'air; ce qui, joint au ſecours qu'on peut tirer du *ventilateur*, remédie à cet inconvénient.



TRAITÉ
DE LA
DÉFENSE DES PLACES
PAR LES CONTRE-MINES.

SECONDE PARTIE.

Principes théoriques des Mines & Contre-mines.

ARTICLE PREMIER.

Du fluide élaſtique de la poudre, & de ſes effets ſouterreins.

JE ne parlerai point de la compoſition de la poudre, on peut s'en inſtruire dans les livres qui en traitent & dans les lieux où on la fabrique. Je ne diſcuterai point ſi la force de la poudre eſt due à l'air, ou à l'eau, ou à tous les deux : queſtion plus curieuſe

pour un physicien qu'importante pour un militaire. Je supposerai, ce qu'on ne peut me contester, que l'inflammation de la poudre produit un fluide élastique qui est la cause de tous ses effets. Ce fluide fait un égal effort pour s'étendre en tous sens, & il n'y a que la différence des résistances qui puisse l'empêcher de prendre la forme sphérique : ainsi si l'on suppose un grain de poudre plongé jusqu'à la moitié dans un milieu résistant invinciblement, ou à ressort parfait, tous les rayons de l'hémisphere plongée frapperont dans le même instant & avec un effort égal les parties opposées du milieu résistant, seront réfléchis vers la partie libre, & doubleront l'effet de ce côté; & par conséquent moins on laissera d'espace libre, plus les effets augmenteront dans cette partie, sauf les autres accidens.

Mais si on suppose une sphère de poudre enfermée dans une terre parfaitement homogene & continue, & que l'inflammation commence au centre des poudres, le fluide élastique choquera avec un effort égal toutes les parties environnantes; & si la résistance est de toutes parts supérieure à son action, la terre sera comprimée sans être rompue, & l'on aura ce qu'on a appellé *sphere* ou *globe de compression.*

Mais c'eſt un cas purement imaginaire, & on ne peut raiſonnablement attendre, ni dans la nature, que la terre ſoit parfaitement homogene & continue, ni dans la pratique, que la partie bourrée & même l'ouverture par où l'on introduit le feu, offre une réſiſtance exactement égale à celle des autres parties, & que l'inflammation de la ſphere pleine commence au centre. Les réſiſtances ſeront donc inégales, & par conſéquent les effets du fluide ſeront auſſi inégaux, & formeront une figure plus ou moins irréguliere. Si l'inégalité des réſiſtances permet au fluide élaſtique d'enlever la terre & de ſe faire jour d'un ſeul côté, tout l'effort direct ou réfléchi ſe portera vers cette partie, & formera une excavation appellée vulgairement *entonnoir.* Les premiers mineurs regarderent le ſolide de cette excavation comme un cône; & comme on vit bientôt que le fond ne ſe terminoit pas en pointe, on le regarda enſuite comme un cône tronqué; & enfin un auteur moderne crut en avoir atteint la figure en terminant le cône tronqué en cul-de-chaudron. Cependant la théorie & l'expérience concourent à prouver que le profil eſt terminé par une courbe. Si on me demande quelle eſt donc la figure de ce ſolide, je répondrai : 1°. Qu'à conſidérer

la queſtion ſous un point de vue général, cette figure me paroît être variable, & qu'elle dépend particuliérement du rapport de la charge avec la profondeur & la qualité des terres à enlever, & de la direction & la force des réactions.

Mais, ſans nous égarer dans des recherches phyſico-mathématiques ſur les différentes figures dont de belles ſpéculations démontreroient la poſſibilité, tenons-nous à celles dont la ſcience pratique des mines fait voir la réalité. Or, par la ſcience des mines, je n'entends pas l'art ſans art de produire des effets violens & indéterminables en prodiguant la poudre (*) ; j'entends l'art de ſe rendre tellement maître de ſes effets ſouterreins, qu'on puiſſe produire ceux dont on a beſoin quant à l'étendue & quant à la violence, avec la plus grande économie de la poudre.

L'effet modéré qu'on a cru devoir demander à chaque fourneau dans un terrein homogene, étoit que le diametre du plus grand cercle de l'entonnoir fût double de la ligne de moindre réſiſtance, c'eſt-à-dire, de la perpendiculaire menée du centre des

(*) J'ai préſenté les principaux inconvéniens de cette méthode dans mes réflexions ſur les expériences d'un auteur qui, dans ces derniers tems, oſa propoſer ce dangereux ſyſtême.

poudres au plan extérieur le plus voisin. Or j'ai appris par une infinité d'expériences que dans ce cas la courbe du profil étoit une parabole dont le foyer se trouvoit au centre de la chambre des poudres, & par conséquent l'entonnoir lui-même un paraboloïde.

Je n'entreprendrai point ici de le démontrer mathématiquement; les suppositions inévitables sur lesquelles je fonderois ma démonstration, quelque plausibles qu'elles fussent, laisseroient trop de prise à la chicane. Mais la connoissance expérimentale, tirée de l'examen des entonnoirs, se confirme par la pratique de ceux même qui admettent le cône; en effet, ils sont obligés d'ajouter à leur charge un sixieme de plus que n'exige le solide du cône, qui est lui-même un tiers de son cylindre: or un tiers & un sixieme font un demi, & le paraboloïde est précisément la moitié du cylindre circonscrit; leur calcul est donc réellement celui du paraboloïde. Je partirai donc de la supposition que le solide enlevé dans un terrein continu & homogene avec une charge modérée, pour avoir le plus grand diametre double de la ligne de moindre résistance, doit être un paraboloïde. Quand on sçaura proportionner les charges & espacer les fourneaux pour ce

cas fondamental, il ſera facile de modifier les effets à ſon gré, & de ſe procurer au beſoin de plus grands entonnoirs, ſoit en multipliant les fourneaux, ce qui doit être la pratique ordinaire, ſoit en forçant de poudre, ce qui doit être un cas très-rare dans une pratique éclairée, ſur-tout pour la défenſe des places, qui eſt la partie ſublime de la ſcience des mines.

ARTICLE II.

De la charge des Fourneaux.

POUR proportionner la charge à l'effet qu'on veut produire, il faut connoître la force de la poudre dont on fait uſage, & la réſiſtance qu'on doit vaincre. On ſuppoſe ordinairement la poudre ſuffiſamment connue par les épreuves de réception, ſi elle a été bien conſervée; dans les cas douteux, il en faudroit faire de nouvelles épreuves.

Quant à la réſiſtance, elle dépend du volume, du poids, & de la ténacité de ce qu'on veut enlever. Or, 1°. il ſera facile, dans l'hypotheſe du paraboloïde, de connoître le volume de terre qui doit être enlevé, & le plus grand cercle de l'entonnoir, connoiſſant la ligne de moindre réſiſtance BO;

B O ; car, comme elle eſt ſuppoſée égale Pl. 1. fig. 1. à B C, rayon du plus grand cercle avec lequel elle forme un angle droit, on aura $\overline{BO}^2 + \overline{BC}^2$, ou $2\,\overline{BO}^2 = \overline{CO}^2$; par conſéquent doublant le quarré de la ligne de moindre réſiſtance, & extrayant la racine, on aura la valeur de C O, qui eſt égale à B F, diſtance de l'ordonnée à la directrice : c'eſt pourquoi retranchant B O de C O, & ajoutant la moitié du reſte à B O, on aura B D, hauteur du paraboloïde : mais connoiſſant la hauteur du paraboloïde & le rayon de ſa baſe, il ne ſera pas difficile d'en trouver la ſolidité, puiſqu'elle eſt la moitié de celle du cylindre circonſcrit : elle ſera dans le cas préſent $\frac{11\,\overline{BO}^2 + BD}{7}$: ce qui peut ſervir de formule pour les autres cas, c'eſt-à-dire, que la reglé pour trouver la ſolidité du paraboloïde eſt de multiplier onze fois le quarré de la ligne de moindre réſiſtance par la hauteur, & de diviſer le produit par 7.

De même, ſi on ſe propoſe de donner une certaine ouverture à ſon entonnoir, on ſçaura à quelle profondeur on doit loger les poudres, puiſque cette profondeur doit être égale au rayon de l'ouverture.

2°. Dans le même terrein les poids ſeroient comme les volumes, c'eſt-à-dire,

comme les cubes des lignes de moindre résistance ; mais on ne peut conclure d'un terrein à un autre que par conjecture ; car non-seulement les différentes especes de terre ont des pesanteurs différentes, mais dans la nature elles sont mêlangées entre elles d'une infinité de manieres ; & les mêmes terres, plus ou moins seches, plus ou moins comprimées, ont des poids différens : le seul parti à prendre, si l'on a besoin de précision, sera de peser dans chaque cas une portion de la terre qui doit être enlevée, prise dans son état naturel de condensation.

On me demandera s'il n'est pas nécessaire d'ajouter au poids du volume de terre celui de la colonne d'air qui appuie dessus : je réponds qu'à considérer la chose suivant la rigueur de la théorie, cela est nécessaire, puisqu'il faut réellement enlever, outre la terre, une colonne d'air dont le poids est à peu près équivalent à celui d'une colonne d'eau qui auroit la même base & 32 pieds de hauteur ; il sembleroit même au premier coup d'œil que ce devroit être le principal objet du calcul ; mais, comme dans toutes les expériences qu'on a faites sur la quantité de terre que la poudre peut enlever, l'air pesoit dessus, & qu'on n'a point défalqué sa résistance dans les résul-

tats qu'on nous a donnés, ce feroit faire un double emploi de la réfiftance de l'air que de calculer d'après ces expériences & d'ajouter encore l'effet de cette réfiftance. Cependant fi la pratique admettoit cette précifion, il feroit facile de la calculer, car toutes ces colonnes d'air étant fenfiblement de même hauteur, font entr'elles comme leurs bafes, c'eft-à-dire, comme celles des paraboloïdes ; il ne s'agiroit donc que de trouver le poids d'une colonne d'eau qui auroit cette bafe fous 32 pieds de hauteur, ce qui eft facile, connoiffant par expérience le poids d'un pied cube d'eau. Je n'ignore pas que la réfiftance du poids des terres & celle de celui de l'air ne croiffent pas dans le même rapport, la premiere étant comme les cubes, & la feconde comme les quarrés des lignes homologues des folides femblables : j'ajouterai même à mes adverfaires qu'ils ont oublié le reffort de l'air, qui pouvoit être de quelque confidération pour des théoriciens fi exacts, fur-tout quand on force de poudre, comme c'eft leur fyftême favori. Mais cette exactitude ne pourroit être utile que quand l'étendue des entonnoirs s'écarte beaucoup de celle des expériences qui fervent de principes au calcul ; & les expériences fur les petits entonnoirs ne nous manquant point, cela

ne pourroit arriver qu'au ſujet des grands; or s'ils ſont produits par des charges modérées qui donnent la ligne de réſiſtance égale au rayon de la baſe, la colonne de l'air aura augmenté dans un moindre rapport que le volume de terre; ainſi ſi on y avoit égard, ce ſeroit plutôt pour diminuer de charge que pour en augmenter, comme le prétendent mes adverſaires; ſi ces grands entonnoirs ſont produits par des charges forcées, il eſt encore plus abſurde d'y avoir égard pour les augmenter.

3°. On entend par *ténacité* la réſiſtance que les parties d'un corps, ou même plusieurs corps, oppoſent à leur déſunion. Pour en juger dans chaque cas particulier, on ne peut avoir pour guide que quelques connoiſſances aſſez vagues empruntées de la phyſique, & quelques conjectures fondées ſur les obſervations & les expériences, & par conſéquent peu ſuſceptibles de préciſion, ſur-tout ſi on ne les a pas ſouvent répété ſoi-même avec beaucoup d'attention.

Mais quoique ni la phyſique ni l'expérience ne puiſſent faire connoître au juſte, ni quelle eſt la ténacité d'un terrein, ni en quel rapport elle eſt avec celle d'un autre, elles nous apprennent au moins qu'un terrein qui a plus ou moins de ténacité qu'un autre, retient le fluide enflammé dans un

état de condenſation plus ou moins grande, & dirige plus ou moins avantageuſement ſon action; ce qui ſuffit pour fonder quelques réflexions ſur la charge des poudres dans ces terreins, & ſuivant la nature même du terrein.

La phyſique nous apprend, 1°. que les parties d'un corps, ou même pluſieurs corps, ſont d'autant mieux unis qu'ils ſe touchent en plus de points. 2°. Que l'union eſt d'autant plus forte, que les parties unies ſont plus homogenes. 3°. Qu'elle devient encore plus forte, toutes choſes d'ailleurs égales, ſi ces parties forment un tiſſu compoſé de pluſieurs filets entrelacés les uns dans les autres.

Quant à l'expérience, elle nous apprend, 1°. que la réſiſtance qui provient de la ténacité eſt toujours plus grande que celle qui provient du poids, ſi ce n'eſt dans les ſables, les terres nouvellement remuées, & autres amas de corps ſans liaiſon.

2°. Que de tous les terreins où l'on peut pratiquer des mines, le roc eſt celui qui a le plus de ténacité; mais ſi le roc ne préſente point d'ouverture, ni de parties moins réſiſtantes pour laiſſer échapper le fluide enflammé, il s'y condenſe très-fortement, & y produit, proportion gardée, un effet plus conſidérable que dans tout autre cas;

il en eſt à peu près de même de toute pierre continue, à proportion de ſon degré de dureté : mais il faudra toujours avoir égard à la direction des lames, ſi les pierres en ſont compoſées.

3°. La réſiſtance de la vieille maçonnerie, quand les pierres ſont liées par de bonne chaux ou ciment, eſt preſque égale à la précédente ; elle eſt beaucoup moindre ſi la maçonnerie eſt de briques, quoique liée par de la bonne chaux vieille. Il faut rappeller ici l'obſervation faite ſur le fluide enflammé dans l'article précédent.

4°. Si la maçonnerie étoit toute nouvelle, il n'y auroit guere de réſiſtance à vaincre que celle du poids, mais elle augmente à meſure que la maçonnerie ſe durcit en ſe deſſéchant.

5°. Entre les terres, l'argille pure eſt celle qui a le plus de ténacité; elle en a d'autant moins qu'elle eſt plus mêlée de ſable, ou de terre d'une eſpece différente.

6°. La craie, qui tient un milieu entre la nature de la pierre & celle de la terre, en auroit davantage, ſi elle formoit un tout uniforme & continu ; mais les bancs de craie ſont compoſés de parties détachées qui n'ont aucune liaiſon entr'elles.

7°. La marne eſt ou pierreuſe ou ter-

reuſe : la pierreuſe eſt à peu près dans le même cas que la craie, mais elle eſt ordinairement un peu plus dure : la terreuſe eſt graſſe, & a par conſéquent beaucoup de ténacité, quand elle eſt pure ou mêlée d'argille, mais moins que celle-ci ; elle en a encore moins quand elle eſt mêlée d'autre terre & ſur-tout de ſable.

8°. Le ſable & le gravier ont d'autant moins de ténacité qu'ils ſont plus purs, quoiqu'ils ſoient plus peſans que la terre : mais d'un autre côté le fluide enflammé ſe diſſipe à travers ſes interſtices, & n'y peut pas acquérir un certain degré de condenſation.

Mais il arrive rarement que tout le terrein ſur lequel doit agir la poudre ſoit uniforme & continu. Pour entrer dans quelques détails ſur la variété qui peut s'y rencontrer, je conſidérerai, en premier lieu, celui ſur lequel eſt aſſis le fourneau, ou pour parler plus généralement, celui qui ſe trouve dans la partie oppoſée à celle où ſe doit produire l'effet deſiré : or il eſt certain que, toutes choſes d'ailleurs égales, cet effet ſera d'autant moindre que ce terrein abſorbera davantage ce fluide élaſtique, & d'autant plus grand qu'il le réfléchira plus fortement : ce dont il eſt facile

de faire l'application à tous les différens terreins rapportés dans les observations précédentes.

En second lieu, si le terrein environnant se laisse facilement pénétrer par le fluide, ou s'il est composé de couches minces de différente nature, entre lesquelles il puisse s'insinuer, l'action du fluide, relativement à l'effet proposé, sera diminué à proportion : mais s'il n'y a de parties foibles ou crevassées que vers quelques côtés, l'effort s'y portera avec plus de violence, & pourra y produire un effet plus considérable que vers celle qu'on se propose d'enlever. C'est à quoi on doit faire beaucoup d'attention au sujet des galeries voisines : l'assiégé surtout doit avoir soin d'espacer les fourneaux suivant la nature des terres ; & si les plus ténaces sont voisines des galeries, il peut s'en approcher davantage sans crainte de les crever, observant cependant de s'en éloigner assez pour qu'elles ne puissent être endommagées par la secousse produite dans ces terres : si au contraire les moins ténaces sont du côté de ses galeries, il faut qu'il s'en éloigne à proportion de la facilité qu'elles ont à être pénétrées par le fluide élastique.

En troisieme lieu, si le terrein qui doit être enlevé est composé de couches de dif-

férente eſpece, il faut avoir égard à la diſpoſition de ces couches : ſi les moins ténaces ſont les plus voiſines de la poudre, le fluide ſe trouvera, avant que d'agir ſur les autres, dans un état de dilatation qui ralentira ſon action ſur elles ; mais ſi les couches les plus ténaces ſont du côté des poudres & vont en diminuant de ténacité vers la ſuperficie, le fluide ſera plus condenſé, & par conſéquent ſon effet ſera plus violent. En général la poudre fera d'autant plus d'effet que le fluide ſera plus condenſé dans les premiers inſtans de ſon action.

Je conviens que les obſervations précédentes ne levent pas toutes les difficultés au ſujet des ténacités, mais c'eſt un inconvénient de toutes les ſciences pratiques ; on ne les apprend jamais parfaitement dans le cabinet. Quand même il ſeroit poſſible de donner un détail exact de toutes les variétés de la nature, il ſeroit impoſſible d'en faire l'application ſans une expérience longue & réfléchie : auſſi n'ai-je pas prétendu, en compoſant cet ouvrage, tranſporter tout-à-coup, & comme par enchantement, l'apprentif mineur au bout de la carriere, mais ſimplement lui fournir des lumieres pour la parcourir plus rapidement.

ARTICLE III.

De la disposition des fourneaux, ou de la ligne de moindre résistance.

COMME il se trouve nécessairement des galeries desquelles on est parti pour charger, & souvent des fourneaux voisins les uns des autres, il est question de sçavoir à quelle distance de ces galeries on doit loger les poudres, eu égard à la surface supérieure du terrein, pour que leur effet ne puisse nuire aux galeries, soit qu'elles soient maçonnées, ou en bois, ni faire jouer à contre-tems les fourneaux voisins. On se rappellera que dans un terrein homogene la ligne de moindre résistance est la perpendiculaire menée du centre des poudres au plan extérieur le plus voisin, & que le terrein ayant une fois cédé de ce côté, tout l'effet de l'inflammation doit s'y porter; il ne s'agit donc plus que d'assigner quelle est cette ligne de moindre résistance. Si on suppose dans un terrein homogene quatre galeries à égales distances du centre des poudres & dans le même plan horisontal, il est évident que l'une ne peut être détruite que les trois autres ne le

ſoient en même tems ; mais ſi les réſiſtances ne ſont pas les mêmes, la quantité de mouvement qu'il eſt néceſſaire de communiquer à chacun des quatre côtés pour les faire céder, doit varier à proportion des réſiſtances, la poudre faiſant ſon effet du côté qui en oppoſera le moins : par exemple, la poudre trouve en même tems à vaincre vers la partie ſupérieure le volume, le poids, & la ténacité ; mais ſon action vers les galeries voiſines n'a préciſément que les maſſes à chaſſer ſur un terrein preſque parallele ; & la plupart des terres étant compoſées de lits paralleles à l'horiſon, gliſſeront les unes ſur les autres, ce qui diminuera beaucoup la réſiſtance de ténacité : ainſi toutes les galeries ſeront détruites ſans que le terrein ſupérieur au fourneau ſoit enlevé.

Il eſt à obſerver qu'on ſuppoſe ici que l'effet des poudres ne pourra s'étendre qu'au double de la ligne de moindre réſiſtance, ou que la charge eſt proportionnée de façon à donner pour excavation un paraboloïde dont le diametre du cercle ſupérieur n'excede pas le double de la ligne de moindre réſiſtance.

Quant à la galerie qu'on ſuppoſeroit ſous le centre des poudres, comme la poudre la frappe dans le même ſens que la partie

ſupérieure du terrein, elle y trouve les mêmes réſiſtances dans l'inertie du volume & dans la ténacité dont la réſiſtance eſt preſque toujours ſupérieure à celle du poids : elle trouve, de plus, à droite & à gauche de cette galerie, des difficultés inſurmontables, puiſque le ſolide des terres dans ces parties s'appuie ſur le globe de la terre ; l'effet s'y portera donc encore moins que vers la ſurface ſupérieure, à moins que ce terrein inférieur ne ſoit ou du ſable ou quelqu'autre terrein perméable au fluide élaſtique produit par la poudre.

On objectera peut-être qu'on ne paroît pas faire attention au poids de l'atmoſphère qui preſſe ſur la partie ſupérieure du terrein. Je répondrai qu'il y a de l'air dans les galeries, & que, comme chaque colonne d'air eſt en équilibre avec l'atmoſphere, l'air contenu dans les galeries oppoſe au moins autant de réſiſtance que la colonne qui preſſe ſur la ſurface ſupérieure du terrein : je dis au moins autant de réſiſtance, car ſi la galerie a quelques retours, ſur-tout à angles droits, l'air étant obligé de ſe comprimer contre la maçonnerie de la galerie, en oppoſera plus que celui qui eſt à la ſurface ſupérieure du terrein qui peut céder librement, au lieu que le premier fait corps & maſſe avec la galerie même.

On se contentera, pour prouver ce qu'on avance, d'une expérience citée dans le *traité de l'attaque des places*, par M. *de Vauban.* Il rapporte « qu'à la démolition » de Nancy, en 1663, pour démolir la » courtine entre les bastions de Danemarck » & le Duc, on chargea six fourneaux : » que le long de cette courtine régnoit une » poterne de 12 pieds de largeur, le pié» droit extérieur étant de 8 pieds d'épaisseur; » qu'on avoit sappé ce piédroit à la profon» deur de 3 pieds, & qu'on étoit entré dans » le piédroit extérieur : & que l'effet de la » mine détruisit toute la courtine & la po» terne avec sa voûte ». Cet effet ne peut avoir lieu que parce que l'air de la poterne fut comprimé par l'effet de la poudre, & en débandant son ressort renversa la partie extérieure de l'escarpe sans le secours de la poudre. On doit donc avoir scrupuleusement égard à cet effet de l'air toutes les fois qu'on charge des fourneaux qui se trouvent à portée de la galerie de contrescarpe, puisque son piédroit extérieur se trouve dans le cas de la poterne ou casemate de Nancy, & que par conséquent, si l'air s'y trouve comprimé à un certain point, la contrescarpe sera jettée dans le fossé, à moins que cette galerie ne soit crenelée (*).

(*) La difficulté qu'on trouva à renverser la contres-

Reste donc à fixer à quelle distance on doit placer les poudres par rapport à une galerie qui est dans un même plan horisontal que les poudres, pour que l'action ne se fasse pas du côté de cette galerie, cette distance étant prise eu égard à la distance de la surface supérieure du terrein au centre des mêmes poudres, & à déterminer le foible du côté de la surface supérieure.

L'on s'est toujours bien trouvé d'éloigner les galeries de contre-mines des fourneaux dans un terrein homogene, d'une fois & demie la ligne de moyenne résistance; & d'un autre côté, dans la construction de la pyramide dont nous allons bientôt parler, les fourneaux sont simplement distanciés entr'eux de leur ligne de moyenne résistance : deux opérations différentes, & qui ont des objets différens que l'on va expliquer.

Supposons le fourneau placé à 10 pieds sous la surface supérieure du terrein, & ce même fourneau placé à 15 pieds de distance de la galerie de contre-mines, (cette galerie dans le plan du fourneau) les masses que la poudre aura à chasser en formant le paraboloïde double de la ligne de moin-

---

carpe de Bergopzoom, provenoit de ce que la meurtriere étoit crenelée.

dre résistance, seront dans la raison du cube de 20 pieds au cube de 30 pieds, ou comme 27000 est à 8000, ou comme 27 est à 8 : ce qui fait voir que le cube des terres contenues entre les poudres & la galerie, est plus que triple de la masse de celui qui est depuis le fourneau jusqu'à la surface supérieure du terrein ; ce qui est plus que suffisant dans un terrein homogene pour déterminer l'effet vers la partie supérieure sans endommager les galeries voisines.

Au contraire, dans mon systême de contre-mines, où j'emploie plusieurs étages de fourneaux, on les *distancie* seulement de la ligne de moindre résistance, parce que par l'effet du premier fourneau le foible est donné, & la ténacité vaincue; d'où il suit que le jeu de tous les autres fourneaux doit se porter vers l'entonnoir qu'aura formé le premier; d'où on peut conclure que plus on aura d'étages de fourneaux, plus on pourroit les rapprocher sans inconvénient.

Lorsqu'on n'a distancié les fourneaux des galeries de contre-mines que d'une fois & demie la ligne de moindre résistance, on n'a agi que sur le principe qu'avec des charges réglées le diametre du cercle supérieur de l'entonnoir n'étoit que

double de la ligne de moindre résistance ; car, si avec une charge forcée, on risquoit de former un entonnoir plus grand, alors il faudroit que les fourneaux fussent plus éloignés des galeries de contre-mines. L'effet ne répond cependant pas aussi exactement que l'on se l'imagineroit à ce que l'on attend des charges qui excedent si fort la véritable ; il paroît que la raison en est que lorsque le terrein supérieur peut céder avant que toutes les poudres aient été enflammées, une si forte charge ne produit plus qu'une partie des effets qu'on en attendoit.

Mais il n'est point de circonstance où il faille plus d'art pour la disposition des fourneaux que dans le systême de contre-mines que j'ai imaginé pour faire sauter plusieurs fois le même terrein : le fond de ce systême consiste à disposer les fourneaux par étages, de sorte que chaque fourneau puisse porter son effet vers le point desiré sans endommager les autres. J'ai présenté ce systême aux mineurs par des exemples particuliers, pour me rendre plus clair aux praticiens ; & j'ai si bien réussi, que plusieurs ont donné d'autres dispositions suivant l'esprit général de mon systême, mais qu'ils ont eu tort de regarder comme de nouveaux systêmes. Je vais donner ici la disposition

sition la plus composée que j'ai cru devoir présenter à la pratique : elle est sous la forme d'une pyramide dodécagonale, & suffit pour faire sauter vingt fois le même point (*).

ARTICLE IV.

Disposition de fourneaux de contre-mines sous la forme de pyramide dodécagonale pour faire sauter vingt fois le même point.

CONSTRUCTION.

IMAGINONS dans le solide des terres une pyramide dodécagonale droite, rectangle sur ses arêtes, dont le sommet soit à la surface du terrein, & dont la base lui soit parallele : la troisieme figure de la premiere planche en est le plan, & la seconde le profil pris sur les arêtes, à l'aide mutuel desquels se trouve l'emplacement de mes fourneaux comme il suit. Pl. I. fig. 2 & 3.

Si les convenances me déterminent à

(*) On peut voir à la fin du troisieme volume des Commentaires du Chevalier *Folard*, sur l'histoire de *Polibe*, une autre disposition de fourneaux donnée par M. *de Valliere*.

Pl. I. fig. 2 & 3. donner à mon premier étage des fourneaux dix pieds de ligne de moindre résistance, je fais sur le profil & sur le plan A I égal 10 pieds, & je tire au profil I C perpendiculaire à A I qui lui sera égal; au plan je décris du rayon A I un cercle, & j'inscris dedans un dodécagone, sur le centre, & six des angles, duquel de deux en deux je pose sept fourneaux A, E, D, F, G, H, I, qui sont distanciés les uns des autres de leurs lignes de moindre résistance.

Pour les seconds fourneaux, ayant sur le plan tiré D E, j'y prends B C, & le porte au profil de C en B; j'y prends A B, & le porte au profil de B en L; de ce point L, je tire L R, parallele à I C; je prends ce même L R ou A R, & je le porte au plan de A en R, & de ce rayon je décris un cercle, & dedans j'inscris un dodécagone, sur six des angles duquel je pose de deux en deux six fourneaux R, N, M, O, P, Q, vis-à-vis l'intervalle des premiers dont ils sont éloignés de la ligne de moindre résistance de ces mêmes premiers, & distanciés entr'eux de leurs lignes de moindre résistance.

Pour les troisiemes fourneaux, ayant tiré sur le plan M N, j'y prends K L, & le porte au profil de L en K; j'y prends

A K, & je le porte au profil de K en S, duquel point je tire S Y parallele à L R; je porte A Y ſur le plan de A en X, & de ce rayon je décris un cercle, & dedans j'inſcris un dodécagone, au centre & ſur ſix des angles duquel je poſe ſept fourneaux A, Y, S, X, T, V, Z, vis-à-vis l'intervalle des ſeconds, dont ils ſont éloignés de la ligne de moindre réſiſtance de ces mêmes ſeconds, & diſtanciés entr'eux de leurs lignes de moindre réſiſtance. Pl. I. fig 2 & 3.

Calcul des premiers Fourneaux.

SUR le plan, A D ayant été fait = 10 pieds, D E côté de l'exagone ſera auſſi = 10 pieds = la ligne de moindre réſiſtance, ce qui fait voir évidemment que les fourneaux en ſont diſtanciés.

Calcul des ſeconds Fourneaux.

SUR le plan, $AB = \sqrt{\overline{AD}^2 - \overline{DB}^2} = \sqrt{100 - 25} = \sqrt{75} = 8$ pi. 8 po. —. (*) $BC = \frac{\overline{BD}^2}{AC + AB} = \frac{25 \text{ pi.}}{10 + 8 \text{ pi. } 8 \text{ po.}} = \frac{25 \text{ pi.}}{18 \text{ pi. } 8 \text{ po.}} = 1$ pi. 4 po. +. Donc B L au profil = 8 pi. 8 po.

(*) Je mets, après les pouces, le ſigne —, quand il y a quelques lignes de moins, & le ſigne + quand il y en a de plus.

Pl. I. fig. 2 & 3. & B C = 1 pi. 4 po. Pour trouver I R au même profil, je prolonge I C indéfiniment, & du point L j'éleve la perpendiculaire L D pour avoir le triangle rectangle B D L, dans lequel je connois l'hypotenuse B L & la partie B C ; je cherche à connoître l'autre partie C D, ou le côté D L, qui lui est égal à cause que le triangle C D L est semblable au triangle rectangle & isoscelle A I C. Nommant B L (a), B C (b), C D ou D L (x), la propriété du triangle donnera $a^2 = 2xx + 2bx + bb$, ou $\frac{aa - bb}{2} + \frac{bb}{4} = xx + bx + \frac{bb}{4}$, ou $\sqrt{\frac{aa - bb}{2} + \frac{bb}{4}}$, ou $\sqrt{\frac{aa}{2} - \frac{bb}{4}} = x + \frac{b}{2}$ ou $\sqrt{\frac{aa}{2} - \frac{bb}{4}} - \frac{b}{2} = x$, ou $\sqrt{\frac{\overline{BL}^2}{2} - \frac{\overline{BC}^2}{4}} - \frac{BC}{2} =$ D L ou I R, $\frac{\overline{BL}^2}{2} = 37$ pi. 7 po. +; $\frac{\overline{BC}^2}{4} =$ 5 po. 4 lignes. Donc $\frac{\overline{BL}^2}{2} - \frac{\overline{BC}^2}{4} = 37$ pi. $\sqrt{\frac{\overline{BL}^2}{2} - \frac{\overline{BC}^2}{4}} = 6$ pi. 1 po. $\sqrt{\frac{\overline{BL}^2}{2} - \frac{\overline{BC}^2}{4}} - \frac{BC}{2} = 6$ pi. 1 po. $- \frac{1 \text{ pi. } 4 \text{ po.}}{2} =$ 5 pi. 5 po. = R I ; auquel, si on ajoute A I = 10 pi. on aura A R = 10 pi. + 5 pi. 5 po. = 15 pi. 5 po. pour la ligne de moindre résistance des seconds fourneaux.

Afin de n'être pas obligé de recommencer à chaque étage de fourneaux le petit calcul algébrique que nous venons de faire, il faut faire attention qu'il nous enseigne qu'en tous triangles rectangles tels que B D L dont on connoît l'hypotenuse B L, & la différence B C des deux autres côtés B D, D L; pour trouver le petit côté D L, il faut retrancher de la moitié du quarré de l'hypotenuse le quart du quarré de B C, différence des deux autres côtés, du restant extraire la racine quarrée; de laquelle racine quarrée, il faut retrancher la moitié de B C, le restant sera le côté D L cherché. Pl. I. fig. 1 & 3.

Calcul des troisiemes Fourneaux.

SUR le plan, $AK = \sqrt{\overline{AM}^2 - \overline{KM}^2} = \sqrt{237 \text{ pieds } 8 \text{ pouc.} - 59 \text{ pi. } 5 \text{ po.}} = \sqrt{178 \text{ pi. } 3 \text{ po.}} = 13$ pi. 4 po. +; $KL = \frac{\overline{KM}^2}{AL + AK} = \frac{59 \text{ pi. } 5 \text{ po.}}{15 \text{ pi. } 5 \text{ po.} + 13 \text{ pi. } 4 \text{ po.}} = \frac{59 \text{ pi. } 5 \text{ po.}}{28 \text{ pi. } 9 \text{ po.}} = 2$ pi. 9 lign. Donc au profil K L = 2 pi. 9 lign. & K S = 13 pi. 4 po. Pour avoir Y R, il faut, suivant ce que nous avons démontré ci-dessus, prendre la moitié du quarré de K S, en retrancher le quart du quarré de K L, extraire la racine quarrée du restant, & de cette racine soustraire la

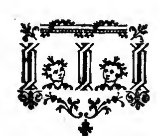
Pl. I. fig. 2 & 3.

moitié de K L ; or $\frac{\overline{KS}^2}{2} - \frac{\overline{KL}^2}{4} = 88$ pi. 2 po. & $\sqrt{\frac{\overline{KS}^2}{2} - \frac{\overline{KL}^2}{4}} = 9$ pi. 4 po. & $\sqrt{\frac{\overline{KS}^2}{2} - \frac{\overline{KL}^2}{4}} - \frac{KL}{2} = 9$ pi. 4 po. — 1 pi. 4 lign. = 8 pi. 4 po. 2 lig. = R Y ; donc R Y + R A = 8 pi. 4 po. 2 lign. + 15 pi. 5 po. = 23 pi. 9 po. 2 lign. = A Y dans le profil, & A S dans le plan = la ligne de moindre résistance des troisiemes fourneaux.

Tous les fourneaux n'étant dans leurs plans éloignés de l'axe de la pyramide que de leurs lignes de moindre résistance, non-seulement toucheront le point A, mais même l'enleveront & plusieurs pieds au-delà, parce que le fourneau A, sautant le premier, donnera un foible au centre qui déterminera tous les autres fourneaux du premier étage ; son effet y déterminera encore davantage les seconds, lesquels, par leurs effets joints à celui du centre du troisieme étage, qui doit sauter après, y détermineront encore plus les six autres derniers. Les fourneaux du premier étage, étant distanciés entr'eux & avec ceux du second de leur ligne de moindre résistance, ne peuvent ni s'entredommager ni ceux de

Pl. I. fig. 2 & 3.
dessous : il en est de même des seconds & troisiemes. Après avoir trouvé par le systême l'emplacement de mes 20 fourneaux dans trois étages qui, sans s'endommager les uns les autres, feront sauter vingt fois ce même point A, j'ai hasardé de les placer sous l'arête d'un glacis d'un angle saillant du chemin couvert, l'endroit me paroissant fort propre à ce systême par rapport à la sappe qui a coutume de cheminer dessus. J'ai aussi cherché des chemins qui, partant des deux galeries majeures qui ont coutume d'envelopper le glacis des places contreminées, pussent me conduire à tous mes fourneaux par des rampes douces & par le chemin le plus court ; ensorte cependant que mes fourneaux, jouant l'un après l'autre, les premiers ne pussent pas couper le feu des derniers, observant pour cela d'éloigner les galeries que je dois conserver de la ligne de moindre résistance des fourneaux qui doivent jouer auprès. Comme je suppose que mes derniers fourneaux sont à un pied ou deux du niveau de l'eau, je mets le fond de la galerie qui avance vers l'ennemi au même niveau, afin de me conserver sur lui l'avantage du dessous ; je mets le fond de l'autre galerie au niveau du dessous des seconds fourneaux pour avoir plus d'aisance à cheminer, n'ayant rien à crain-

Pl. 1. fig. 2 & 3. dre de ce côté là de la part de l'ennemi. Il n'eſt pas indifférent quels fourneaux on fera ſauter les premiers ; voici le rang qui leur convient : premierement, dans l'étage ſupérieur les fourneaux A, D, L, F, I, G, H : ſecondement, dans le moyen étage les fourneaux O, N, C, P, R, Q : troiſiemement, dans l'étage inférieur les fourneaux A, T, Y, X, S, V, Z.



TRAITÉ
DE LA
DÉFENSE DES PLACES
PAR LES CONTRE-MINES.

TROISIEME PARTIE.

De la défenſe d'une Place contre-minée.

LA ſcience d'un officier de mineurs paroît avec bien plus d'avantage dans la défenſe que dans l'attaque. L'aſſaillant n'eſt pas aſſujetti à une économie ſcrupuleuſe ſur les charges ; pourvu qu'il ménage les ſappes & l'emplacement des batteries, une charge plus forte donne de l'avantage, loin de porter du préjudice : alors la théorie de la poudre devient d'une médiocre utilité. L'aſſiégeant ne s'attache d'ailleurs qu'à détruire une ſeule fois le point qui lui eſt oppoſé, ce qui lui ôte la combinaiſon des fourneaux

qui fait une partie essentielle à la science des mines. L'assiégé differe de l'assiégeant dans toutes les deux positions : il doit toujours charger juste, sans trop ni trop peu. Une charge excédente la véritable lui donne à coup sûr un entonnoir vaste qu'il doit surtout éviter, pour bien des raisons : il donne par cette opération un logement à l'assiégeant ; il perd du terrein sur son glacis ; son ennemi en profite & sort de l'entonnoir qu'il lui a ouvert, comme d'un puits, pour aller en galerie & l'attaquer dans les siennes ; il s'expose en outre à crever ses galeries, détruire ses rameaux, ou tout au moins à déranger l'effet des fourneaux qu'il s'est proposé d'employer pour la défense du point attaqué ; il risque enfin de renverser sa palissade, sur-tout si les fourneaux en sont voisins : inconvénient qu'il lui est essentiel d'éviter, lorsque l'ennemi n'est pas encore maître absolu du chemin couvert.

Si la charge, au contraire, est trop foible, il perd l'effet du premier fourneau & peut même déranger celui des autres qui doivent opérer tout ce qu'on s'en est proposé, en conséquence de l'effet du premier. Cependant à choisir des deux extrêmités, il vaut mieux qu'il peche par le peu que par le trop de charge.

ARTICLE PREMIER.

Des Galeries dites Contre-mines.

ON donne ce nom aux souterreins d'une place, qui sont disposés de maniere qu'on en puisse partir avec avantage pour inquiéter la marche des assiégeans & faire sauter leurs travaux. Une place contre-minée a plusieurs especes de galeries, dont voici les noms & les usages.

La *galerie magistrale* A est assez ordinairement construite dans l'épaisseur de la maçonnerie de l'ouvrage contre-miné, c'est-à-dire, en laissant l'escarpe ou talud extérieur franc ; cette galerie est parallele à la ligne magistrale de la place, elle regne sous tout ou partie du front. On part de cette galerie, ou pour inquiéter l'assiégeant dans le passage du fossé, ou pour faire sauter les déblais des breches, ou enfin pour détruire l'ouvrage après que l'assiégeant s'en est emparé : pour cela on pratique communément dans cette galerie plusieurs amorces de distance en distance. Pl. II. fig. 1.

L'*amorce a* est l'ouverture ou l'entrée d'un rameau ; c'est une discontinuité de maçonnerie à la galerie : on la ceintre ordi-

Pl. II. fig. I. nairement ; c'eſt pour épargner le tems qu'on emploieroit à percer la maçonnerie pour aller en avant.

De ces amorces, les unes ſont ouvertes au piédroit extérieur de la galerie, elles ſervent à aller au-devant de l'aſſiégeant ; les autres le ſont au piédroit intérieur, elles ſervent à détruire l'ouvrage que l'on attaque ; elles peuvent avoir encore un uſage fort bon. Lorſque l'ennemi s'eſt emparé d'une partie de la magiſtrale & a obligé l'aſſiégé à la couper de droite & de gauche pour lui oppoſer un maſque, on part des amorces de la partie libre pour lui couper chemin s'il avance ſous le corps de l'ouvrage pour en détruire partie, ou pour y faire breche.

Les *galeries capitales* B ſont celles qui regnent ſous les capitales des ouvrages : quelquefois elles vont joindre la magiſtrale à l'angle flanqué, ou bien elles ne ſont prolongées que juſqu'à la rencontre de la tranſverſale, ou de la tranſverſale la plus proche de l'angle flanqué, s'il y a pluſieurs tranſverſales.

La *galerie tranſverſale* C coupe la capitale perpendiculairement : l'on penſe que pour être d'un bon uſage, elle ne doit être éloignée de l'angle flanqué de l'ouvrage que d'environ un tiers de la valeur de la

capitale de l'ouvrage : alors la galerie de la capitale n'eſt point prolongée plus loin, & on s'approche de l'angle flanqué par des rameaux. Il ne ſeroit pas à ſouhaiter que la tranſverſale fût trop près de la magiſtrale, de crainte que l'aſſiégeant, s'il pouvoit prendre le deſſous du terrein, ne vînt à crever la magiſtrale, la capitale & la tranſverſale, par un ſeul fourneau. Ce qui doit engager à ne pas beaucoup prolonger la tranſverſale, c'eſt auſſi afin d'avoir de l'eſpace entre celle-ci & la magiſtrale, & pouvoir par-là batailler entre les deux galeries, ſans endommager l'une ou l'autre. Pl. II. fig. 1.

On adoſſe quelquefois à la magiſtrale une galerie qui va en pente en joindre d'autres qui communiquent ſous le foſſé & vont remonter à la meurtriere.

La poſition de la tranſverſale eſt aſſez embarraſſante pour la quantité de terre qu'on doit laiſſer au-deſſus ; ſi on la met au-deſſous du niveau de la magiſtrale, elle ne peut ſervir qu'à détruire l'ouvrage, & on ne peut en tirer de fourneaux pour faire ſauter le logement des aſſiégeans dans l'ouvrage, ayant trop de terre ſur ſoi pour pouvoir ébranler le haut ; il faut beaucoup de poudre, alors on creve la magiſtrale, ou tout au moins on ne peut faire jouer qu'un très-petit nombre de fourneaux

Pl. 11. fig. 1. contre les logemens. En la mettant au-dessus du niveau de la magistrale, de façon que l'on ne puisse lui nuire, on en tirera un bien plus grand nombre de fourneaux; car quant à s'en servir pour communiquer sous le fossé, on peut construire des escaliers, si les pentes sont trop roides.

Toutes les *galeries de communication* D ne servant guere de défense, à moins qu'on ne les ait placées à portée des endroits où l'on fait communément breche, on n'en doit avoir que ce dont on ne peut se passer.

La *galerie meurtriere* E, ou *de premiere enveloppe*, regne sous tout le chemin couvert; elle est assez ordinairement adossée à la contrescarpe: quelques officiers proposent de la placer sous la crête du glacis. On se sert de la premiere méthode préférablement à l'autre; on y trouve l'avantage réel de se donner de l'air, & on croit en outre pouvoir en tirer autant de défense & même plus. On la nomme *meurtriere*, parce qu'on a des crénaux ou meurtrieres qui servent à défendre le passage du fossé & les breches; il est à présumer que leur meilleur usage est de donner de l'air dans les galeries. Quant au service que l'on en peut tirer du côté de la mousqueterie, il ne paroît pas bien considérable, non plus que le feu de toutes les galeries en général;

la fumée le rend bientôt impraticable ; il ne peut servir que pour arrêter un instant l'ennemi, & donner le tems de couper une galerie où il auroit pénétré pour l'empêcher de s'emparer du reste de cette galerie. Les créneaux serviroient davantage aux arrondissemens, parce que de là on découvre en plein le fossé & les faces des bastions. Comme on pratique des magasins ou places d'armes souterreines aux arrondissemens, il y auroit plus d'espace pour dissiper la fumée.

La *retraite* K est un mur crénelé qui coupe la largeur de la galerie : ce mur est pratiqué de distance en distance, on n'y laisse de vuide qu'autant qu'il en faut pour y placer une porte de bois de chêne fort épaisse, armée de bons verrouils pour arrêter la poursuite de l'ennemi. La porte est aussi percée pour y pouvoir passer le bout du fusil. Une porte seule peut suffire sans ce mur, ce qui épargne de la dépense. Dans les galeries telles qu'elles sont construites en France, on ne pourroit y pratiquer ces sortes de murs, n'ayant que 3 pieds 6 pouces de largeur. Pl. II. fig. 1.

La *galerie d'enveloppe* F est parallele ordinairement à la magistrale : comme les saillans du glacis se prolongent beaucoup, on la coupe sur ces saillans par une trans- Pl. II. fig. 1.

Pl. II. fig. 1. verſale qui coupe perpendiculairement la capitale de l'ouvrage prolongé. Cette enveloppe eſt la principale galerie de la place, & ſert de communication ou de chemin commun à toutes les autres ; on doit ne rien épargner pour ſe la conſerver en tout ou en partie. Dans la défenſe, on part de l'enveloppe pour inquiéter l'ennemi dans ſa marche, lorſqu'il s'approche du chemin couvert. Quant aux communications de l'enveloppe à la meurtriere, elles peuvent ſervir pour s'oppoſer aux batteries de breche, ou des flancs, ſuivant que leur poſition les met à portée de l'une ou de l'autre. La perte de l'enveloppe cauſe un étrange dérangement dans la défenſe, ſi on n'y remédie avec beaucoup de promptitude.

Pl. II. fig. 1. Les *galeries d'écoute* H ſe pouſſent en avant de l'enveloppe, ſoit perpendiculairement, ſoit ſous d'autres angles : leur nom déſigne leur uſage, puiſque c'eſt d'elles qu'on obſerve le travail de l'ennemi, & d'elles que l'on part pour s'y oppoſer en marchant en rameaux. La longueur des écoutes n'eſt point déterminée ; mais en ſuppoſant l'enveloppe à 25 toiſes de la crête du glacis, on doit leur préſumer 15 à 18 toiſes de longueur, ce qui donneroit 35 à 40 toiſes de diſtance de cette même crête du glacis.

Il

Il faut défendre opiniâtrement les écoutes, elles font souffrir à l'assiégeant tout le mal qu'il essuie jusqu'à l'enveloppe ; elles couvrent d'ailleurs cette même enveloppe : on pratique aux écoutes des amorces de distance en distance.

Les *puits* P se trouvent quelquefois aux extrêmités des écoutes, allant à l'enveloppe ; ces puits ont sur trois de leurs surfaces des amorces à trois étages différens ; le premier pratiqué hors du puits & au rez-de-chaussée de la galerie, le second vers le milieu du puits, & le troisieme au fond du même puits. Pour pouvoir tirer beaucoup d'utilité de ces puits, il faudroit qu'alors le rez-de-chaussée de la galerie ne fût pas à une profondeur considérable de la surface supérieure du terrein, autrement il faut aller de toute nécessité toujours par escaliers & s'éloigner pour le troisieme étage à une grande distance de la galerie, de crainte de la crever ; d'ailleurs les fourneaux qui sont à une ligne de moindre résistance trop profonde labourent trop le terrein, ce que l'on doit éviter si faire se peut. Comme on ne se défend qu'en reculant, on doit le faire le plus lentement qu'il est possible. Ces puits sont distingués des autres puits que l'on fait seulement pour l'écoulement des eaux.

Pl. 11. fig. 2.

Pl. II. fig. 2. Les *Dez* L sont des especes de petits magasins que l'on trouve dans la longueur des écoutes, & à la rencontre des galeries ; ils servent à ranger les outils à mineurs, ainsi que les sacs à terre que l'on emploie pour le bourage des fourneaux, enfin tout ce dont on a besoin pour le travail journalier.

Pl. II. fig. 1. *Bonnet de prêtre*. On fait aussi aux places contre-minées des écoutes I, qui se croisent vers la capitale de l'ouvrage ; elles forment avec la transversale de l'enveloppe & une autre transversale parallele à celle-ci, une espece de lozange : les extrêmités des écoutes se prolongent encore sous le glacis pour couvrir ce lozange. C'est un point que ce bonnet de prêtre, où l'ennemi peut être inquiété en avant, en arriere & de tous les côtés.

Pl. II. fig. 2. *Guerite* ou *redoute* G. Ce sont de petits ouvrages souterreins crénelés qui ont la figure d'un poligone quelconque qui peut se régler sur le nombre des galeries qui y communiquent : elles servent à défendre la communication des pieces extérieures de la place à la place, pour donner le tems de se retrancher & de détruire une partie de ces communications & empêcher l'ennemi de pénétrer plus loin. Des portes à l'extrêmité & au point où ces galeries abou-

tiſſent rendent le même uſage. On préfere les portes aux couliſſes, parce qu'une porte eſt plutôt fermée qu'une couliſſe.

Les *rameaux* R ſont des petites galeries qui partent de la contre-mine, à l'extrêmité deſquels on conſtruit le fourneau ou le logement pour y placer les poudres. La hauteur du rameau n'eſt pas déterminée. Pl. 11, fig. 2.

En général on doit la donner la moindre qu'il eſt poſſible, ainſi que la largeur, ſeulement autant qu'il en faut pour que l'air y puiſſe circuler avec le ſecours du ventilateur. 1°. Parce qu'alors il eſt plutôt pouſſé; c'eſt un gain du côté du tems, le coffrage ſe ſoutient mieux. 2°. Le chapeau ayant moins de portée, le bourage y réſiſte mieux, arcboute de plus près, & l'inflammation des poudres s'y fait avec un ſuccès plus grand. La largeur & la hauteur du rameau ne permettent pas de bourer toujours aſſez exactement pour qu'on ne laiſſe pas de vuide par où il s'échappe toujours des lames de l'inflammation.

La hauteur des galeries en maçonnerie eſt depuis 5 pieds 5 pouces à 6 pieds, la largeur de 3 pieds 6 pouces à 4 pieds, & quelquefois 3 pieds.

La meurtriere & la magiſtrale ſont ordinairement placées au rez-de-chauſſée du foſſé; quand elle ſeroient abaiſſées de quel-

que chose, elles ne seroient pas d'un plus mauvais usage : la premiere donneroit moins de prise aux descentes de fossé ; la seconde en donneroit aussi moins aux batteries en breche qui peuvent la crever, sur-tout si elle est pratiquée dans l'escarpe.

La *fougace* est un fourneau dont la ligne de moindre résistance n'est pas considérable ; on s'en sert pour déblayer les breches, & aussi quelquefois pour la défense du chemin couvert.

Pl. 11. fig. 2. Le *camouflet* Q est aussi un petit fourneau que l'on charge à portée de la galerie de l'ennemi, pour la lui crever. L'effet du camouflet ne doit jamais se faire du côté de la surface supérieure du terrein, & il doit être placé de façon à ne point incommoder la galerie de celui qui le donne.

La cascade est un rameau dont la pente n'est pas unie, mais qui forme de distance en distance des especes d'escaliers.



ARTICLE II.

De la défense du Glacis.

UNE grande partie de la sûreté de la place consistant dans la conservation du chemin couvert, on doit en retarder la prise le plus long-tems qu'il est possible, ce qui ne se peut faire qu'en arrêtant le cheminement des sappes de l'assiégeant sur le glacis.

L'officier de mineurs ne doit pas attendre l'ouverture de la tranchée pour pousser les rameaux, du moins ceux qui sont sous le glacis & les capitales prolongées, parce qu'ils répondent à des points fixes tels que la parallele, les cavaliers de tranchée & le cheminement de la sappe jusqu'au couronnement du chemin couvert; il sera à propos de charger les fourneaux qui doivent détruire les fleches quelques jours après l'ouverture de la tranchée, ces fourneaux n'ayant rien de commun avec ceux qui partent des galeries.

Une grande attention à avoir sera de distancier chaque fourneau d'une fois & demie la ligne de moindre résistance tout au moins.

Il faut voir quel effet les fourneaux des différens étages peuvent faire dans les rameaux de ces étages, à moins qu'ils ne fussent à une certaine distance en avant ; il faudra bourer chaque rameau dans toute sa longueur, de crainte que la poudre ne fasse son effet du côté de la galerie, & ne coupe tous les fourneaux qui partiroient de ce rameau. L'attention doit augmenter si le fourneau du second étage se trouve à une distance moindre du troisieme étage que le point du premier étage qui a déterminé la ligne de moindre résistance.

Pour se donner les distances & les étages, on a recours successivement aux rampes, cascades & quelquefois aux escaliers. Il faut donner toutes les hauteurs & abaissemens proposés dans les grands rameaux, donner très-peu de pente dans les petits, mais sur-tout que les derniers retours & crochets qui conduisent au logement des poudres aillent de niveau pour la facilité & la sûreté du bourage.

Que les fourneaux du même étage sautent diagonalement, autant qu'on pourra l'exécuter ; ils se recomblent mieux, & donnant plus de points à l'ennemi pour chercher la galerie, l'induisent mieux en erreur ; outre cela, ayant fait jouer un fourneau dans un rameau, cela donne le tems d'aller

charger dans l'autre, & le tems nécessaire pour exécuter un autre fourneau à l'extrêmité de la diagonale; cela donne aussi le tems de laisser sortir la fumée du premier rameau. On bourera tout un rameau dans lequel on fait jouer un fourneau, après quoi on déboure ce qu'il faut pour pouvoir aller à un autre fourneau du même rameau, ainsi successivement. Il faut avoir le plus de communication que l'on pourra, de façon qu'en supposant qu'on n'en conserve qu'une, on puisse communiquer aux différens étages.

Il faut avoir attention de charger foiblement le premier fourneau; comme c'est lui qui détermine la ligne de moindre résistance, il faudra prendre toutes les précautions possibles pour qu'il rende tout l'effet qu'on s'en est proposé.

On a dit qu'il n'étoit pas nécessaire de pousser avant le siege les petits rameaux qui doivent détruire les batteries, ou faire sauter les déblais: l'ennemi peut d'ailleurs venir sur un point où on ne l'attendroit pas; il faut seulement sçavoir le tems que l'on employera à pousser un rameau dans un terrein ordinaire. Par l'expérience que l'on en a faite, une brigade de quatre mineurs ayant ses aides, place un chassis & coffre dans 4 heures: le chassis contient 3

pieds, c'eſt-à-dire, 2 pieds $\frac{1}{2}$ d'un chaſſis à l'autre, ſans comprendre l'épaiſſeur du chaſſis; ce ſeroit donc une toiſe, ou deux chaſſis dans 8 heures, coffrage compris, cela dans œuvre, pour un grand rameau de 4 pieds ſur 2 pieds 10 pouces; mais en ſuppoſant que l'on emploie 12 heures pour l'exécuter, ce ſera deux toiſes en 24 heures, les petits rameaux iront plus vîte; mais l'on ne compte que ſur deux toiſes en 24 heures, car ſi le terrein eſt mauvais, il eſt le même pour l'ennemi; c'eſt toujours la même proportion.

Si l'ennemi ouvre loin de vous, vous n'avez que faire de vous inquiéter; laiſſez-le cheminer à ſon aiſe juſqu'à ce qu'il vienne à portée de vous nuire; mais s'il ouvre à portée, ſi vous n'avez encore rien fait jouer, l'ennemi deſcendra un puits le plus profond que faire ſe pourra pour ſe mettre au moins au niveau de votre troiſieme étage & venir par un ſeul fourneau couper tous les vôtres : ſon puits aura au moins 3 pieds 6 pouces en œuvre. Avant qu'il ait reconnu ſon emplacement, qu'il ſe ſoit blindé, qu'il ait établi ſon treuil & poſé ſon premier quadre, il lui faudra au moins 12 heures; il coffrera : tout ſon puits ſe garnira de quadres de 4 pieds en 4 pieds, quelque favorable que ſoit le ter-

rein; car s'il n'étoit pas coffré, une ſeule bombe venant à y tomber, le dégraderoit de façon que la réparation à y faire coûteroit plus de tems que le coffrage auquel il ſeroit encore obligé de revenir. Or pour un puits de cette façon il lui faut 18 heures pour coffrer juſqu'au premier quadre; enfin dans les premieres 24 heures, il aura deſcendu 8 pieds & coffré 4; pour aller juſqu'à 24, ce ſera donc 3 jours d'employés: or dans ces 3 jours, l'aſſiégé aura pouſſé 6 toiſes en avant; mais en ſuppoſant qu'on ne s'apperçoive qu'au bout de 24 heures de ſa manœuvre, l'aſſiégé aura toujours 4 toiſes en avant, ce qui ſera la diſtance de la ligne de moindre réſiſtance. Si l'on a pris le parti de deſcendre auſſi bas que lui, il vient à l'aſſiégé, comme celui-ci va au-devant de lui: l'avantage eſt au moins égal. On cheminera encore deux toiſes, & alors on pourra, étant aſſez éloigné des étages de la galerie pour ne les point incommoder, aller en avant, ou attendre l'ennemi de pied ferme: le fourneau ou le camouflet le détruiſent également; ſi l'on préfere le premier, on peut le laiſſer avancer juſqu'à ce qu'on le juge à environ 3 ou 4 toiſes: chargeant le fourneau, on détruira les puits & la galerie, & l'on fera ſauter le logement.

Dans la guerre de mineurs à mineurs, il faut toujours préférer le camouflet au fourneau ; la premiere raiſon eſt que le camouflet eſt plutôt prêt & plutôt chargé, la ſeconde eſt que cette défenſe ne fait pas perdre un pouce de terrein : on ne riſque pas en conſéquence de déranger l'effet des étages ; on n'a pas même d'autre genre de défenſe à employer, lorſque l'ennemi eſt près de la galerie de l'aſſiégé.

Si l'ennemi n'a deſcendu que ſon puits, on chargera foiblement le camouflet, ſurtout ſi le rameau eſt plus élevé que le fond du puits, pourvu que la charge ſoit aſſez forte pour le couper & le recombler, cela ſuffit ; mais il faudra, après le camouflet, avoir attention à charger vîte ce qui reſte du rameau qui ne doit être que peu endommagé, parce que l'ennemi rétablira ſans doute ſon puits, ou en ouvrira un dans le voiſinage pour vous chercher ; alors on fera jouer un fourneau qui culbutera entiérement le puits & renverſera tout ce qui ſervoit à couvrir le mineur.

Si l'aſſiégé a attendu que l'ennemi ait pouſſé ſon rameau pour lui donner le camouflet, on le laiſſera venir auſſi près que l'on pourra pour avoir le tems de charger un camouflet & bien bourrer. Il faut que le camouflet ait une charge aſſez forte pour

pouvoir totalement dégrader la galerie de l'assiégeant : au reste, les circonstances détermineront pour le fourneau ou le camouflet.

Il ne faut faire jouer de fourneau qu'autant que l'on est assûré que l'ennemi travaille, il est même bon d'attendre qu'il ait établi la troisieme parallele; comme il faut qu'il vienne à l'extrêmité des capitales & à la naissance du glacis pour envelopper le front d'attaque, ce qui fait 30 ou 40 toises, la position de l'enveloppe étant coupée par la transversale à 25 toises, & les écoutes prolongées de 15 à 18 toises, ce sera au premier point qu'il faudra établir des étages de fourneaux. On pourra encore, en partant de l'extrêmité des écoutes, aller en avant, pour faire jouer quelque fourneau qui puisse couper la communication à la parallele, mais de façon que ces fourneaux ne puissent nuire à l'effet des étages.

Il seroit aussi à propos qu'à moins qu'une nécessité évidente n'obligeât à faire le contraire, on fît jouer les fourneaux vers la pointe du jour; la raison en paroît plausible. Si l'ennemi est tenté de réparer le dommage qu'on lui aura causé, sur-tout à sa sappe, il sera exposé au feu de la mousqueterie & de l'artillerie de la place pendant

tout le jour; il eſt donc probable que l'ennemi, pour n'être pas ſi expoſé au feu, attendra la nuit pour réparer le dommage qu'on lui aura cauſé : alors des pots à feu éclaireront ſa marche. Marquant la poſition des pieces ſur les plate-formes le jour avec de la craie, on tirera de nuit comme de jour; enfin on aura gagné un jour, & par conſéquent du tems pour lui préparer de nouvelles chicanes.

Si, après avoir culbuté une tête de ſappe, le mineur ennemi deſcend ſon puits préciſément au point où on aura remué les terres, il ne faut rien oublier pour ſe mettre à portée de ſçavoir où il eſt. De petites ſorties faites avec quelqu'un d'intelligent, le bruit que l'on pourra entendre, les terres que l'on verra s'élever, pourront indiquer le point de ſon travail; d'ailleurs il eſt à préſumer qu'il ſe ſervira de l'entonnoir, quel qu'il ſoit, qu'on lui aura ouvert, pour y deſcendre ſon puits, ou qu'il déblayera des terres ſuffiſamment pour aller au-delà en galerie chercher les rameaux ou l'enveloppe. On jugera encore qu'il y travaille ſi cet entonnoir eſt couronné; il faut lui laiſſer deſcendre ſon puits & pouſſer même ſa galerie une toiſe ou deux, ce que l'on pourra calculer par le tems qui lui eſt néceſſaire pour ſa beſogne;

alors un second fourneau détruira le puits, & versant des terres dans le premier entonnoir, couvrira sa galerie, étouffera tous les mineurs qui y seront & enterrera tous les grenadiers commis à la défense. Comme les différens étages emportent toujours sur leurs derrieres, le fourneau enlevera une partie de la sappe & des communications à l'entonnoir avec le puits.

Il est à croire que pendant tout ce tems la sappe ne marchera point que le mineur ne l'ait mise en sûreté; si cependant l'assiégeant marchoit en avant, comme on a supposé un nombre suffisant de mineurs dans la place, les fourneaux que l'on tirera des écoutes l'en feront bien vîte repentir & l'obligeront à chercher l'assiégé sous terre. Il peut arriver des circonstances où on craindroit d'être obligé de se servir fort vîte de deux fourneaux qui partiroient d'un même rameau, auquel cas on peut les charger tous deux à la fois; mais pour lors il faudra deux augets, & faire ensorte qu'ils ne puissent se communiquer le feu, en les plaçant, par exemple, dans la partie commune du rameau, pour aller chercher le second fourneau, après l'effet du premier. On pourroit aussi préserver les poudres d'humidité en les mettant dans un coffre goudronné; mais c'est un parti pour

lequel on doit repugner que de charger deux fourneaux à la fois, de peur que l'ennemi ne vienne y pénétrer, ſans que l'on puiſſe s'en appercevoir, ne devant jamais charger que pour faire ſauter tout de ſuite. Il vaudroit toujours mieux tout bourrer ſans loger les poudres, lorſque l'on craindra d'endommager le crochet voiſin, & de bourrer après l'effet du premier pour aller charger le ſecond. Le tems que l'ennemi mettra à réparer le tort qu'on lui aura fait, donnera le tems néceſſaire pour cette opération, & auſſi celui de pouvoir faire ſortir la fumée. Comme l'on aura un grand nombre de travailleurs qui auront ſervi avant le ſiege dans la conſtruction, on pourra en tirer une partie des plus intelligens. Lorſqu'ils auront travaillé quelque tems ſous les officiers de mineurs, ils ſeront de la même utilité que les mineurs pour bien des choſes, ainſi que les charpentiers de la garniſon, pour faire des chaſſis & ſcier des madriers ; cela donnera des mineurs de plus à employer pour le coffrage & le bourrage.

Quoique par les précautions que l'on doit avoir priſes, le mineur aſſiégeant ne puiſſe facilement prévenir l'aſſiégé, ſurtout pour le jeu du premier fourneau, cependant s'il a pu parvenir à charger à portée

de la galerie avec une charge excédente de beaucoup la charge ordinaire, on doit en conſéquence s'attendre à un entonnoir beaucoup plus que double de la ligne de moindre réſiſtance, & à un ébranlement conſidérable dans tout le terrein environnant, & rien alors ne peut ſauver la galerie. Comme le mal ſera fait, il faudra être très-attentif à obſerver quel parti il tirera de l'avantage qu'il vient de remporter, pour y apporter un prompt remede. On doit ſuppoſer naturellement que ſon entonnoir ne ſera pas déblayé juſqu'au foyer des poudres; il ſera donc obligé de remuer une partie des terres retombées dans l'entonnoir pour chercher de quel côté eſt la galerie; il ſeroit heureux pour lui que du premier abord il pût rencontrer le point de la galerie où les terres ſe trouvent toujours meurtries : il faudra vraiſemblablement qu'il ſonde pour y parvenir tout le fond de l'entonnoir; mais en mettant les choſes au pire, & que les premieres terres qu'il ſonde le conduiſent à la galerie, il faut qu'il s'enfonce dans les déblais pour s'emparer de cette galerie; il faudra pour lors que l'aſſiégé y entre de ſon côté, & qu'il lui épargne la moitié du chemin, qu'il s'éloigne de ſa galerie en bourrant autant que le tems le permettra, non-ſeulement pour

avancer le bourrage, mais encore pour éviter que l'effet du camouflet ne se fasse du côté de l'assiégé; & lorsque de part & d'autre on aura percé une partie du masque, on le renversera dans son entonnoir étouffé sous les déblais ; mais il faut avoir beaucoup d'attention pour ces camouflets, de façon que l'assiégeant ne prévienne pas. Si c'étoit une galerie en bois où le dommage fût arrivé, on se serviroit de la même défense ; si au contraire, comme on a tout lieu de le présumer, il est long-tems à chercher & à trouver le point de la galerie, on visitera les différens rameaux des étages pour voir quelle dégradation il y aura ; & de ce qui restera en état, l'on chargera des fourneaux qui combleront son entonnoir, du moins en partie : comme il travaillera au fond de cet entonnoir, en lui versant ainsi des terres, on ne croit pas qu'alors il s'avise de s'opiniâtrer à chercher la galerie ; s'il le fait, on continuera à verser des terres dans l'entonnoir par le moyen de ce qui restera de fourneaux en état de lui nuire. Il faudra dans cette manœuvre faire sauter les fourneaux du premier étage par préférence à ceux du second, & ceux-ci à ceux du troisieme, parce qu'en faisant sauter les fourneaux du troisieme étage, ceux du second & du premier ne peuvent plus

plus avoir lieu, se trouvant englobés dans l'effet des grands. Le tems que l'assiégeant emploiera à surmonter toutes ces difficultés, & la perte qu'il y fera, seront foiblement payés par l'avantage qu'il aura remporté sur l'assiégé en crevant une galerie, de l'entrée de laquelle il ne seroit maître qu'après avoir essuyé plusieurs camouflets & l'effet de tous les fourneaux.

Il faut que les écoutes soient à une certaine distance de la capitale, elles seront moins en prise à l'ennemi ; il n'y a que l'enveloppe qui coupe cette capitale pour laquelle on aura toujours à craindre ; mais ce n'est plus qu'un point à garder. Si l'ennemi est venu fort près de la galerie, sans avoir fait sauter, on peut, s'il est encore à quelque distance, travailler à côté de lui & lui préparer un camouflet ; mais si l'on prévoyoit que cette ressource ne puisse avoir lieu, on pourra s'en précautionner par la façon suivante.

Il faudroit pour cela avoir percé de distance en distance dans la galerie & à la naissance des piédroits toute l'épaisseur de la maçonnerie à droite & à gauche, de façon que les deux ouvertures fussent vis-à-vis & de niveau ; on feroit dans les terres deux petits logemens à chaque attaque à droite & à gauche dans la galerie : ces Pl. III. fig. 2.

logemens feroient approfondis deux pieds ; le moins de biais que faire fe pourroit ; pour cela on fe ferviroit d'un trepan à manche fort court ou de quelqu'autre outil ; on placeroit à chaque attaque des gargouffes chargées de 18 à 20 livres de poudre chacune : les logemens des poudres s'arc-bouteroient mutuellement & feroient garnis de portieres.

A l'ouverture des deux logemens de la même attaque, on placeroit auffi une portiere qui s'arc-bouteroit avec la portiere de l'attaque, vis-à-vis fes arc-boutans qui couperoient la largeur de la galerie, & on auroit eu foin de fe ménager un auget feulement de fix lignes en œuvre, auquel on donneroit le feu au centre des arc-boutans. Si on prévoyoit que ces arc-boutans incommodaffent trop dans la galerie, on pourroit percer fes piédroits au rez-de-chauffée de cette galerie & diftribuer le refte, comme on l'a dit pour le ceintre, à l'exception que la charge devra être plus forte : alors quand on prévoira ne pouvoir plus défendre fa galerie, on fe couvrira d'une des retraites ou portes, & on fera jouer le camouflet entre ces deux portes, dont l'effet coupant les piédroits de la galerie, en confervera une partie, & faifant tomber le ceintre de la galerie, ôtera

toute communication à l'ennemi & l'enfermera.

Il n'eſt pas à préſumer que l'ennemi s'occupe à percer le maſque qu'on lui aura oppoſé, d'autant mieux que l'on pourra loger des poudres dans les déblais, & renouveller les camouflets dans toute la longueur de la galerie.

L'ennemi, au reſte, n'ayant pénétré que par une écoute, & les rameaux partant de l'écoute voiſine étant ſuppoſés pouſſés, on pourra charger quelque fourneau qui lui coupe ſa galerie, & lui ferme la ſortie de toute part.

Au reſte, l'on prévient qu'on ne peut trop avoir de communication des galeries en maçonnerie dans les différens étages, pour y pouvoir toujours rentrer : c'eſt ce que l'on fera voir dans la poſition des étages à la fin de cette partie.

Toute cette guerre de mineur à mineur n'empêchera point de prêter attention à ce qui ſe paſſera du côté de la ſappe, & ſi elle avançoit, on l'inquiétera de tout ce qui reſtera de libre dans les deux écoutes.



ARTICLE III.

De la défense des Fleches.

LES fleches ne sont pas faites pour une vigoureuse résistance, elles doivent être évacuées aussi-tôt que l'ennemi est arrivé à portée de les pouvoir pénétrer; les troupes qui les défendent se retirent derriere les traverses ou retours qui couvrent la communication au chemin couvert & de-là font feu sur l'assiégeant jusqu'à ce qu'il y soit établi. Comme on ne doit point fournir de couvert à l'ennemi, sur-tout sur les glacis, on doit s'être précautionné pour détruire les fleches; pour cela on doit avoir descendu un puits sur la capitale de l'ouvrage, à peu près aux deux tiers des faces; ce puits ne doit pas avoir plus de six pieds de profondeur au plus, car les fourneaux destinés à détruire la fleche ne doivent point nuire à ceux des galeries. On aura poussé de droite & de gauche & sur la capitale des rameaux, jusques à peu près aux trois cinquiemes de l'épaisseur du parapet de la fleche à compter du talud intérieur dudit parapet, & on tirera de ces rameaux sous les faces, par des retours, autant de fourneaux qu'il

ſera jugé néceſſaire pour envelopper les trois quarts de chacune des faces. Quant au rameau ſous la capitale, on peut y former une mine tréflée dont un fourneau ſous l'angle, les deux autres à portée de l'angle & ſous les faces. Les logemens des poudres doivent être diſpoſés de façon que le centre des poudres ſoit au plus deux pieds plus bas que le terre-plein de l'ouvrage, pour n'y point donner d'entonnoir ; mais que leur effet faiſant crever les faces, recomble le foſſé de ce petit ouvrage ; les coffres qui contiendront les poudres ſeront goudronnés, ainſi que les augets, pour préſerver les poudres de toute humidité ; car ces fourneaux doivent être chargés à l'avance pour éviter tout inconvénient, le puits recomblé & l'auget enterré de façon à ne point craindre les bombes : pour lors on détruira la fleche en l'abandonnant. La façon de nuire davantage à l'ennemi ſeroit de ne la détruire qu'après qu'il y eſt entré ; pour cela il faudroit avoir formé une rigole d'environ quatre pieds de profondeur pris du puits ; en le conſtruiſant on feroit paſſer l'auget dans cette rigole qui communiqueroit au puits, & la rigole ſeroit recouverte immédiatement ; on continueroit l'auget juſques derriere les traverſes de la communication au chemin couvert. Le mineur

ennemi découvrant le puits, le fouilleroit auſſi-tôt ; alors l'aſſiégé donnant le feu de derriere la traverſe, étouffera toujours quelqu'un des mineurs, & toutes les troupes qui ſe trouveront dans cette fleche.

Si la place contre-minée eſt couverte du bonnet de prêtre dont on a parlé, c'eſt encore une grande occaſion de chicane pour l'ennemi, & où les fourneaux que l'on tirera de tous les côtés peuvent beaucoup l'inquiéter.

Il ne faut pas ſuppoſer non plus que l'ennemi, quelque difficulté qu'on lui oppoſe ſur les ſaillans, les abandonne pour cheminer par les rentrans, car il ſeroit expoſé à tous les feux des flancs de la place, & la place d'armes rentrante ayant des contremines, lui feroit eſſuyer les mêmes dangers que ſur les ſaillans ; il eſt donc à croire que l'ennemi continuera à cheminer par la même voie qu'il a commencé, qu'il cherchera à éventer tous les fourneaux & à détruire les galeries, & qu'il ſe préparera la priſe du chemin couvert, non-ſeulement par ſes batteries, mais encore par les cavaliers de tranchée qu'il établira pour obliger l'aſſiégé, en le plongeant, à déſemparer la paliſſade.

L'ennemi étant arrivé à 15 ou 18 toiſes de la paliſſade, conſtruira ſes cavaliers de tranchée. Il y a de certaines poſitions de

chemin couvert où ces cavaliers ne peuvent avoir lieu qu'avec une très-grande difficulté, & deviennent d'ailleurs très-meurtriers pour l'assiégeant.

Il est à présumer que l'ennemi les aura placés hors de prise des flancs de la droite & de la gauche à environ 15 toises de la palissade; l'enveloppe étant à 20 toises, l'on peut tirer de cette enveloppe des fourneaux pour les détruire. On doit s'appliquer à causer le plus de mal que l'on peut à cette partie de tranchée, parce que c'est elle qui nuit davantage. On peut faire sauter les cavaliers de tranchée par partie pour ménager les fourneaux & ne pas crever les souterreins, & pour tenir toujours l'ennemi dans l'inquiétude; on peut l'inquiéter par tous les étages des fourneaux.

Lorsque la défense est vigoureuse, on rejoint à 15 toises toutes les têtes de sappes, & on enveloppe le poligone par une quatrieme parallele; de-là l'ennemi se prolonge par sappe à traverses tournantes jusqu'au débouché du chemin couvert, cheminant sur les capitales; ou bien il attaque le chemin couvert de vive force depuis la quatrieme parallele au couronnement. S'il choisit le parti le plus sage qui est celui de la sappe, les fourneaux continuent à l'inquiéter: s'il est maître du chemin cou-

vert, ces mêmes fourneaux détruisant la communication de la parallele au couronnement, lui donnent la difficulté de réparer : s'il cherche l'assiégé sur la crête du glacis, celui-ci aura de quoi répondre par ses fourneaux ; d'ailleurs son ouvrage doit être disposé de façon que, pourvu qu'il lui laisse une seule communication, il puisse par ce moyen être maître de tout le systême de défense sur le saillant.

ARTICLE IV.

Des batteries en breche.

COMME une place, ni même un ouvrage bien revêtu ne peut être emporté qu'il n'y ait une breche, c'est à la retarder le plus que l'on pourra que l'on doit s'appliquer, ce qui ne peut se faire qu'en détruisant les batteries destinées à cet usage.

L'ennemi cependant, avec du tems & de l'opiniâtreté, sera venu à bout de se rendre maître du chemin couvert qu'il aura emporté par sappe ou de vive force, après avoir essuyé ou détruit toutes les chicanes qu'on lui aura opposé sur le glacis.

C'est ici où l'officier de mineurs doit redoubler de soin & ne rien négliger pour

procurer à l'ennemi tout le mal & le retard possible.

On a à détruire deux sortes de batteries, celles établies contre les flancs, & celles pour faire breche.

L'assiégé doit s'attendre que l'ennemi ne lui a laissé d'espace à faire sauter que l'épaisseur du parapet & son talud intérieur, à compter du heurtoir jusqu'à la crête du glacis : l'ennemi doit prendre cette position afin que les fourneaux de l'assiégé puissent souffler dans le chemin couvert; il établit ses batteries contre les flancs sur le prolongement de lignes de défense : ces batteries doivent précéder celles des breches qui ne doivent être établies, pour l'être sûrement, qu'après que les flancs de la place sont ruinés & éteints. Les batteries en breche ont leurs positions fixes & marquées par la nature de la place ; lorsque tout endroit est commode, on les construit sur la crête du glacis aux deux tiers des faces, à compter de l'angle flanqué, pour ouvrir en même tems les retranchemens de la gorge s'il y en a ; & le couronnement du chemin couvert sert d'épaulement.

Par la position de la meurtriere, on tirera des fourneaux autant que l'on jugera à propos pour détruire les batteries. Les premiers fourneaux placés sous le heurtoir

des pieces, & au plus à 10 pieds de ligne de moindre résistance, détruiront l'épaulement, briseront les flasques & enterreront les pieces.

Les fourneaux du second étage doivent enlever & jetter les pieces dans le fossé ; ceux du troisieme étage doivent produire le même effet : si la batterie est sur la contrescarpe, on augmentera encore l'embarras de l'ennemi en détruisant son emplacement & l'obligeant à recombler son entonnoir ; si les flancs ne sont pas ruinés par les batteries, sur-tout par celles qui ont été destinées à cet usage, quel danger ! quelle perte essuiera l'ennemi ! soit en reconstruisant l'épaulement, soit en recomblant les entonnoirs.

Si l'ennemi cherche l'assiégé avant d'établir ses batteries, & c'est vraisemblablement ce qu'il ne manquera pas de faire s'il est intelligent, on se servira des camouflets préférablement à tous les fourneaux du premier étage, pour l'incommoder. Il s'opiniâtrera, & on doit s'y attendre ; alors on le rebutera par les fourneaux destinés à détruire les batteries dont les retours ne doivent être poussés à leur perfection, qu'eu égard à l'attaque de l'ennemi ; ces fourneaux joueront successivement. Si on ne le rebute pas, le tems qu'il emploiera à

éventer ou à essuyer l'effet de tous les fourneaux, sera du même avantage pour retarder la prise de la place.

S'il restoit quelques-uns des fourneaux du troisieme étage que l'ennemi ne soupçonnât pas, & qu'il établît sa batterie, on le mettroit par leur moyen dans une étrange perplexité de sçavoir s'il n'a plus rien à craindre, ou s'il doit continuer à chercher l'assiégé sous terre ; on doit au reste avoir tout prévu & faire sa retraire à propos par la communication de la meurtriere à la demi-lune, couper aussi-tôt cette communication dont les fourneaux doivent être chargés avant l'effet des derniers fourneaux tirés de la meurtriere.

On doit tenir la même conduite par rapport aux communications souterreines des ouvrages détachés du corps de la place, & ne se réserver que les parties dont on compte avoir besoin. Ce que l'on dira de la défense de la demi-lune se peut appliquer aussi aux ouvrages détachés du corps de la place, en supposant la breche faite par le canon.



ARTICLE V.

De la défenſe de la demi-lune.

L'ON ſuppoſe que l'aſſiégé ne peut plus faire aucun uſage de toutes les galeries du chemin couvert, ni au-delà ; car quand même il y auroit quelque communication ſouterreine avec les pieces collatérales, on ne croit pas qu'il en puiſſe tirer aucun avantage, l'ennemi étant ſuppoſé maître des galeries qui y répondent ; on doit même les détruire au cas qu'il y en ait, de crainte qu'elles ne nuiſent au reſte de la place.

Suppoſant donc la breche faite par le canon, la deſcente du foſſé, ainſi que le paſſage, malgré la réſiſtance que l'on a oppoſé, on doit ſe préparer à y ſoutenir l'aſſaut ; s'il y a un retranchement revêtu dans la demi-lune, on n'aura pas de peine à réſoudre les troupes qui la défendent, à l'attendre ; mais l'affaire devient critique s'il n'y en a point, ou que ce ne ſoit qu'une gabionade, ou quelque retranchement de ce genre fait à la hâte. On ne doit ſe préparer à ſoutenir l'aſſaut à la demi-lune que dans la certitude de pouvoir le repouſſer,

crainte de perdre les troupes qui y ſont & de décourager les autres. On doit dire la même choſe de toutes les pieces détachées du corps de la place. Voici les préparatifs que pourra faire l'officier de mineurs, & les précautions à prendre pour faire échouer l'aſſiégeant.

S'il y a une galerie magiſtrale à la demi-lune, on percera les amorces qui ſont du côté de l'eſcarpe, pour, en paſſant ſous la fondation, venir loger autant de petits fourneaux qu'il y a de pieces qui battent en breche; ces fourneaux à 8 ou 9 pieds de lignes de moindre réſiſtance feront diſtancies de 5 pieds de l'eſcarpe ou de la retraite ſeulement de leur ligne de moindre réſiſtance, & on bourrera bien dans la magiſtrale, ſi on peut avoir 12 pieds francs ſous le rez-de-chauſſée du foſſé, & on les aura plus que de reſte, ſi la demi-lune a ſon foſſé ſéparé de celui de la place par une genouillere; on pourra percer d'autres amorces qui, venant à reprendre les déblais, puiſſent faire ſauter deux, même trois fois ces mêmes déblais.

Les fourneaux chargés & prêts à ſauter, ceux qui défendent la demi-lune, voyant l'ennemi s'ébranler pour venir à l'aſſaut, déſempareront le haut de la breche & ſe retireront dans le retranchement, où,

par le feu le plus vif de mouſqueterie, ils empêcheront l'ennemi de pénétrer dans le corps de la demi-lune, & l'obligeront à couronner le haut de la breche. On ſera convenu d'un ſignal avec l'officier de mineurs, s'il eſt à portée de le voir, ou on l'avertira de l'état où eſt l'ouvrage de l'ennemi, afin qu'en donnant feu aux premiers fourneaux, il déblaie cette breche; alors toute communication étant rompue entre le foſſé & la demi-lune, les aſſiégés auront bon marché de ce qui reſtera dans la demi-lune, ſans compter que les ſappeurs qui ſeront occupés à faire la communication, les troupes qui monteront à la breche & celles qui ſe trouveront dans le foſſé, ſeront très-maltraitées par les terres & les pierres provenant de l'effet des mines & des fougaces.

L'aſſiégeant ne pourra plus retourner à l'aſſaut, car la partie ſaine du revêtement paroîtra pour lors, ou ſi tout le revêtement a été coupé, le haut de la breche ſera ſi eſcarpé qu'il ſera obligé de recommencer à tirer pour ſe procurer de nouveaux déblais; les ſeconds & troiſiemes fourneaux le doivent rebuter, ou du moins l'intimider beaucoup: comme il faut cependant qu'il réuſſiſſe à gagner la breche, il y parviendra; mais il ne ſurmontera toutes

les difficultés qu'on lui aura opposées qu'avec beaucoup de tems & de perte; pour lors si on n'a pas de retranchement à la demi-lune, on l'abandonnera, on en fera sauter la gorge, & on détruira la communication à la magistrale par des camouflets, à moins qu'on ne veuille conserver la gorge pour y charger des fourneaux & faire sauter les batteries qu'on y établira pour ruiner la courtine & la tenaille. On pourroit peut-être lui disputer son logement dans la demi-lune par des fourneaux. S'il n'y a pas de magistrale à la demi-lune, on y suppléera par d'autres galeries.

Il n'est guere possible à l'ennemi de pouvoir se parer de l'effet des fougaces sous les déblais; car il aura beau fouiller les déblais, l'idée que l'on se formeroit de descendre un puits au pied de la breche, seroit ridicule, tant pour la difficulté de dégager l'emplacement du puits & d'ôter les déblais avec des panniers, qu'à cause de la quantité de feu qui pourroit se réunir sur ce puits qui en rendroit la manœuvre impossible.



ARTICLE VI.

De la défenſe du Baſtion.

APRÈS ce que l'on a dit de la défenſe de la demi-lune, on n'a rien à ajouter pour celle du baſtion qui eſt la même ; comme c'eſt le dernier point où l'on puiſſe réſiſter, lorſqu'on a fait ſauter deux ou trois fois les déblais, ſi on n'a pas de bons retranchemens bien revêtus & flanqués par de bonnes coupures telles que ſeroient des cavaliers, il faut ſonger à capituler ; mais ſi les retranchemens ſont revêtus, comme il faudra que l'ennemi établiſſe des batteries pour les réduire, on peut détruire ces mêmes batteries par des fourneaux, ruiner auſſi par des fourneaux les logemens des aſſiégeans dans le terre-plein du baſtion, & faire traîner encore la capitulation en longueur.



ARTICLE VII.

Des breches faites par la Mine.

QUOIQU'AUX grands ouvrages dont le revêtement eſt élevé & épais, on ne faſſe guere breche par la mine, cependant ſi l'ennemi vouloit tenter cette voie, rebuté par les chicanes qu'on lui oppoſera, il n'a que deux façons pour venir au baſtion, ſous le foſſé, ou à travers le logement qui ſera fait dans le foſſé; on ne croit pas raiſonnablement qu'il tente le premier parti, la longueur de la galerie le rebuteroit, ayant 20 toiſes à parcourir: il viendra donc attacher le mineur à la face du baſtion, après avoir pris les précautions ordinaires pour l'établir & le faire travailler le plus en ſûreté qu'il lui ſera poſſible; auquel cas les fourneaux que l'on prépareroit pour faire ſauter les déblais des breches ſeroient d'un très-bon uſage pour l'étouffer & détruire ſon épaulement; mais il ne faudra ſe ſervir que des plus petits fourneaux, & les combiner de façon que l'on puiſſe faire ſauter deux fois, gardant les fourneaux du ſecond étage pour la derniere extrêmité.

Si l'ennemi s'opiniâtre & vient à bout

d'entrer dans l'escarpe, (on entend son épaisseur) alors, comme il est à craindre que l'assiégé ne soit obligé de percer lui-même la galerie pour lui donner un camouflet, on fera jouer les derniers fourneaux: cette ressource épuisée & l'ennemi prêt à percer la galerie, on ouvrira seulement autant qu'il sera nécessaire pour, en bourrant un camouflet, le jetter contre la contrescarpe; alors la galerie sera ouverte, mais l'ennemi n'en sera pas maître, puisqu'étant toujours à portée de lui, on est en état de le tuer à coup de pistolets; on l'éloignera & l'étouffera avec des grenades & des carcasses. Il faudra donner le camouflet le plus près du rez-de-chaussée du fossé qu'il sera possible, pour ne point donner de prise au canon qui pourroit agrandir l'ouverture que le camouflet auroit causé.

Il faudra aussi, pour plus grande sûreté, percer le piédroit intérieur de la galerie par deux, même trois camouflets, afin d'opposer un masque suffisant de droite & de gauche; d'ailleurs on se tient à portée des déblais autant que la fumée, qui nuit également à l'ennemi, peut le permettre.

On doit conclure de ce qui vient d'être dit, que les breches par mine au bastion défendu par une magistrale sont moralement impossibles, à moins de passer sous le fossé,

ce qui eſt encore ſujet à bien de la difficulté, ſi l'aſſiégé s'en apperçoit & qu'il vienne en avant.

Quant à la demi-lune, s'il n'y a point de magiſtrale, & que l'aſſiégé n'ait qu'un ſimple rameau qui l'ait conduit aux déblais, lorſqu'il aura fait jouer les fourneaux deſdits déblais, ſi l'ennemi change de poſition pour faire breche, ce rameau devenant alors trop éloigné, il faut l'empoiſonner avec du ſoufre & de la poudre.

ARTICLE VIII.

Nouvelle diſpoſition de contre-mines pour la défenſe des Places.

AYANT parlé d'une place contre-minée en général, on a cru qu'il feroit néceſſaire, pour ſe rendre plus intelligible, d'y joindre trois planches qui repréſentent trois points défendus dans les places ; la premiere (qui eſt la troiſieme de cet ouvrage) repréſente la défenſe d'un des points du glacis, la ſeconde repréſente les fourneaux qu'on peut employer pour détruire une batterie de breche qu'on ſuppoſe de 6 pieces, & la troiſieme les fourneaux pour la défenſe d'une breche. Aux deux premieres planches, Pl. III, IV & V.

la ligne de moindre résistance est supposée de 25 pieds.

On voit sur la planche troisieme (qui est la cinquieme de l'ouvrage) comment on peut faire sauter trois fois une batterie en breche de six pieces de canon.

Explication des lettres de renvoi relatives à la figure 2 de la Planche III.

Pl. III. A Galerie de contre-mines de la place.

B Galerie des assiégeans qui ont rencontré la galerie de contre-mines.

C Camouflets donnés par les assiégés pour couper leur propre galerie.

D Galerie par le moyen de laquelle, après les effets des camouflets C, l'assiégé va donner un camouflet E, crever la galerie des assiégeans, & leur couper la retraite.

I Porte coulisse qui a servi à couvrir l'assiégé pour lui donner la facilité de faire jouer les camouflets C.

Pl. IV. A la seconde planche (Pl. IV.) les feux sont tirés, partie de la meurtriere, partie de la communication la plus voisine de la place d'armes rentrante. L'avantage réel & incontestable qu'auront ces galeries sur toutes les autres est la facilité qu'elles donnent dans le travail, puisque n'allant jamais qu'à

angles droits, on n'eſt pas expoſé à ſe tromper, & qu'on a bien du calcul de moins. Pl. IV.

Toute la ſurface ſupérieure du terrein défendu repréſente un rectangle dans lequel, menant les deux diagonales, le point de ſection donne le premier fourneau, ainſi des autres, comme on le voit ſur cette planche qui montre comment dans 135 toiſes de travail on peut faire ſauter cinq fois le même point & recombler dix fois l'entonnoir, ſur 25 pieds de ligne de moindre réſiſtance, & un quarré de 25 toiſes de face.

On n'a pas tiré de feu de l'enveloppe, parce que l'on ſuppoſe que les fourneaux de cette galerie ſont en avant; d'ailleurs on garde l'enveloppe, pour que, dans le cas où l'ennemi y pénétreroit, l'aſſiégé, en la coupant pour lors par des camouflets de droite & de gauche à deux toiſes de chaque côté de la capitale, pût obliger l'aſſiégeant à cheminer ſur la capitale, ſans qu'il pût trouver aucun fourneau que le premier du premier étage qui ſe trouve ſur ſon paſſage, & qui eſt préciſément le point où l'aſſiégé ſouhaite qu'il vienne. La figure fait aſſez voir de combien de points, à droite & à gauche de la galerie, on peut venir le croiſer dans ſa marche & l'inquiéter. On voit auſſi que s'il eſt venu, ſans

Pl. IV. fouiller provisionnellement, établir la sappe jusqu'au premier fourneau, il est perdu sans ressource, & qu'il faut alors, ou qu'il rétrograde, ou qu'il essuie le jeu de tous les fourneaux l'un après l'autre. Les cinq du premier étage & les quatre du second font sauter le même point; ils partent de la meurtriere ou de l'enveloppe; les uns sont à 10, les autres à 13 pieds de ligne de moindre résistance; le troisieme étage est à 15 pieds & à quatre fourneaux; le quatrieme à 25 pieds & à trois fourneaux. Tout le travail est de 135 toises d'ouvrage. On voit qu'après avoir percé jusqu'aux premiers retours dans les étages, on peut employer jusqu'à huit brigades à la fois; mais supposant une seule compagnie de mineurs dont on n'emploieroit par 24 heures que seize hommes à quatre par brigade, chaque brigade place ordinairement un chassis dans quatre heures : en supposant six heures par chassis, ce seroit 8 toises par vingt-quatre heures, & par conséquent seize jours d'employés à défendre 20 toises de terrein sur un saillant: on voit en conséquence ce qu'il faudroit de tems pour couvrir les trois saillans, & si on doubloit la défense, c'est-à-dire, qu'on pût aller jusqu'à 40 toises de la meurtriere, ce seroit quarante-huit jours pour

deux compagnies, & cela pour la plus grande défenſe du glacis. Pl. IV.

On eſtime que le coffre au premier fourneau doit être placé au ciel de la galerie pour être plus tranquille ſur le ſort des autres, & alors il n'aura que 8 pieds 6 pouces de ligne de moindre réſiſtance; en bonne terre, 50 livres de poudre ſuffiront; les quatre autres du même étage ſeront, par proportion du premier, chargés chacun de 80 livres. Pour les cinq fourneaux 370 livres.

La charge paroîtra ſans doute un peu foible; mais l'intention n'eſt pas abſolument de faire ſauter, l'on veut ſeulement renverſer une tête de ſappe, ſoulevant ſimplement les terres & les faiſant retomber dans l'entonnoir.

Le foible étant donné du côté du haut par l'effet du premier étage, les fourneaux du ſecond peuvent avoir une charge un peu plus forte à proportion de ceux du premier.

Chaque fourneau du ſecond étage ſeroit en conſéquence chargé à environ 320 livres de poudre, ce qui donne pour les quatre 1280 livres.

Chaque fourneau du troiſieme étage étant à 18 pieds de ligne de moindre réſiſtance, 555 livres. Pour les quatre, 2220 livres.

Pl. IV. Chacun du quatrieme étage à 25 pieds de ligne de moindre résistance, 1425 livres. Pour les trois, 4275 livres.

Ainsi toute cette défense emploie, y compris un quart ajouté, tant pour les augets que pour perte & camouflets, 10181 livres.

Ce qui donne pour la demi-lune & les deux bastions défendus jusqu'à 20 toises de la crête du glacis 30543 livres de poudre, & le double si l'on pousse sa défense jusqu'à 40 toises.

Quant aux fourneaux qui doivent dé-
Pl. V. truire une batterie en breche, (Pl. V.) on voit que la batterie doit sauter trois fois. Les fourneaux tirés de la meurtriere ne sont que préparatoires ; leur effet dégrade le parapet de la batterie sans endommager la crête du glacis & prépare la chûte des pieces dans le fossé ; endommageant le heurtoir, ils font baisser la volée des pieces vers le parapet : ils doivent jouer une minute au plus, ou deux, avant le premier étage qui détruit la batterie & jette les pieces dans le fossé, le centre de chaque fourneau étant à deux pieds de l'extrêmité du flasque.

Le second étage & le troisieme font le même effet successivement.

Na. Qu'on eût pu enlever les pieces au second étage avec trois fourneaux ; mais comme alors le centre de chaque fourneau

se seroit trouvé entre deux pieces, les pieces eussent été enlevées & jettées à droite & à gauche de la batterie, mais non dans le fossé. Pl. V.

En chargeant aux mêmes proportions que ci-devant, mais foiblement pour le parapet de la batterie, les sept fourneaux à 55 livres de poudre chacun sur 9 pieds de ligne de moindre résistance, font 385 livres.

Pour les fourneaux du premier étage à 8 livres chacun, (jouant tous ensemble, leur effet augmente) il faudra 480 livres.

Les cinq fourneaux du second étage seront à 500 livres de poudre; étant cinq au lieu de trois, il faudra 2500 livres.

Le troisieme étage étant à 25 pieds, pour les trois fourneaux 4000 livres, de 1330 à 1340 livres par fourneau, ajoutant un quart, comme ci-dessus pour saucissons, camouflets s'il en est besoin, & perte, fait en tout 8700 livres, la batterie étant supposée de six pieces.

Ainsi pour les trois batteries de breche, demi-lune & les deux bastions, 26100 livres, qui, ajoutées à 30543 livres, font 56 à 57 milliers de poudre pour une place défendue par les mines dans les regles.

On peut voir aisément que si la ligne de moindre résistance n'étoit pas de 25 pieds, alors on pourroit retrancher les grands

Pl. v. étages de fourneaux à proportion de la moindre profondeur ; que l'on pourroit retrancher aussi ces mêmes grands étages si les circonstances du tems n'en laissoient pas le loisir ; alors calculant toujours sur le pied de deux toises par brigade au moins dans les vingt-quatre heures, on verroit par l'inspection simple des planches le tems qui seroit employé au travail.

Mais si l'on se trouvoit dans une place où il n'y eût aucun systême de contre-mines, l'on ne seroit pas moins à portée d'exécuter le projet, mais à la vérité avec plus de difficulté ; on verra qu'en ouvrant tout simplement la contrescarpe, ainsi qu'il est représenté à la Planche IV, on défendra la place jusqu'à 20 toises, à compter depuis la crête du glacis. A l'égard des feux tirés des galeries de communication, on y suppléera par des galeries en bois de 5 pieds 6 pouces de hauteur sur 3 pieds de largeur, ce qui pourra donner sur la totalité environ 100 toises de galerie de plus.

On n'a rien dit des batteries établies contre les flancs, parce que les fourneaux qui les avoisinent doivent défendre le saillant : cependant par la disposition des galeries annoncées ci-dessus, il restera assez d'espace pour faire sauter une fois aisément chacune de ces batteries, si on le juge à propos, ce

qui augmentera pour les deux flancs le travail de 100 toiſes environ, & pour les fourneaux environ 1800 livres de poudre. Pl. IV.

Il faut cependant convenir que l'aſſiégé a moins d'avantage pour faire ſauter ces batteries que dans toute autre ſituation, ſi l'aſſiégeant a pris quelque précaution. La façon dont en uſe ordinairement l'aſſiégeant en pareil cas, pour mettre les batteries de breche en ſûreté, eſt d'aller à la contreſcarpe & de détruire la galerie meurtriere; mais ſi l'aſſiégé avoit été au-devant de l'aſſiégeant par des camouflets, il l'eût empêché à coup ſûr d'arriver, ou du moins l'eût long-tems retardé, ce qui revient au même.

Afin de mettre une batterie de breche en ſûrete (la quantité de pieces une fois décidée avant la conſtruction de la batterie, l'on a l'étendue de cette batterie), il faudra à droite & à gauche deſcendre deux puits de façon qu'ils ſoient en dehors de la ligne des heurtoirs; de ces puits marcher en galerie à droite & à gauche 3 toiſes ou 3 toiſes & demie le long des plate-formes & enſuite aller en retour par une galerie qui formeroit une ceinture à la batterie, & qui paſſeroit par l'extrêmité de toutes les plate-formes.

Quant aux breches, elles ne peuvent

guere se défendre sans le secours des galeries magistrales, (voyez la Planche III) autrement il faut des puits dans le corps des ouvrages, ce qui souffre bien des difficultés. Les galeries magistrales supposées, il faut sçavoir ce que l'on peut descendre au-dessous du rez-de-chaussée du fossé : on supposera qu'on y puisse descendre 10 pieds sans trouver l'eau.

Pl. III. fig. 1.

Le premier étage sera à 6 pieds de profondeur, éloigné de 9 pieds du pied du revêtement; ces fourneaux étant destinés à enlever les déblais & escarper la breche, seroient chargés chacun de 100 livres de poudre, ceux du second à 12 pieds de ligne de moindre résistance, & éloignés de 12 pieds, double ligne de moindre résistance des premiers, chargés à 580 livres chacun, ce qui feroit pour les quatre 2240 livres, & pour toute la breche 2840 livres; pour trois breches environ 8500 livres, de façon qu'il faudroit 67 à 70 milliers de poudre pour l'approvisionnement de la partie des mines, non compris les ouvrages détachés.

APPENDICE.

QUOIQUE je ne me sois proposé de traiter dans cet ouvrage que de la défense qu'on peut procurer aux places par le moyen des contre-mines, cependant je me flatte qu'on verra ici avec plaisir un exposé succinct des principaux moyens dont je me suis servi pour y employer l'artillerie avec succès.

Le premier consiste à placer & déplacer ses pieces à propos, de maniere qu'on ne reste que le moins qu'il est possible en prise aux batteries ennemies une fois dégorgées. Par cette manœuvre, on met l'assiégeant dans l'impossibilité d'éteindre les feux de la place; d'où résultent pour lui des difficultés & des dangers continuels dans ses approches, dans l'établissement & la conservation des batteries de breches, & dans l'attaque des ouvrages.

Le second est d'avoir des affûts à hauts rouages, au moyen desquels on puisse tirer sans embrasure: observant que ces affûts présentent le moins de surfaces possibles, afin qu'ils soient moins en prise à l'effet du ricochet. On est plutôt prêt à tirer après

le changement de position, on ménage la vie des canoniers qui chargent à couvert, & on ne dégrade point ses parapets.

Le troisieme est d'avoir un nombre de petites pieces qu'on porte, non-seulemnnt dans les ouvrages les plus avancés, mais même au-delà de leur chemin couvert, hors de la direction des batteries ennemies, pour se procurer des directions & des enfilades qu'il seroit impossible de prendre des ouvrages de la place. Quand même dans quelques circonstances on seroit obligé de les abandonner pour un tems, l'ennemi ne peut venir s'en saisir au milieu des feux de la place.

Le quatrieme moyen consiste à se mettre en état de tirer avec succès pendant la nuit qui est le tems des travaux les plus essentiels de l'assiégeant. Pour y réussir, il faut reconnoître exactement de jour la position qu'on doit donner à ses pieces, & la déterminer, soit avec des piquets, soit avec de la craie, de maniere qu'on puisse conserver ses directions pendant la nuit. Si par ce moyen on n'arrête pas toujours les travaux de l'ennemi, on pourra du moins les retarder beaucoup, & même en ruiner une partie à mesure qu'il les exécutera.

L'usage des mortiers sembleroit remplir les vues du premier & du second moyen,

parce qu'il eſt bien plus facile de les mettre à couvert que les canons : mais ils ne peuvent ſuffire à une bonne défenſe, leurs coups étant néceſſairement plus incertains. Ils peuvent donc puiſſamment ſeconder, mais non remplacer le canon, quoique dans certaines occaſions on puiſſe avec ſuccès tirer des bombes à ricochet, en montant les mortiers ſur des affûts de canons. Ceci me conduiroit naturellement à parler des obuſiers, mais ils me ſont peu connus par des expériences militaires : cependant je ne doute pas qu'un artilleur intelligent ne puiſſe les employer avec plus de ſuccès qu'on ne l'a fait juſqu'à préſent, en les rapprochant des proportions des bouches à feu, au ſervice deſquelles ils pourroient concourir, ou qu'ils pourroient ſuppléer.

Le ſecond & le quatrieme moyen de défenſe que je propoſe ici ont fait beaucoup fermenter les imaginations. On a cherché, on a propoſé de nouveaux affûts, de nouvelles plate-formes, & même de nouvelles pieces plus légeres pour la facilité des manœuvres. Mais je dois avertir les officiers d'artillerie qui ſe laiſſent emporter à leur zele, qu'on ne peut uſer de trop de circonſpection dans les changemens qu'on voudroit propoſer pour l'artillerie. Il n'appartient qu'à une expérience longue & réfléchie

de présenter des projets sur une matiere si importante & si compliquée. On doit supposer que les inconvéniens qu'on croit appercevoir, s'ils sont réels, ont dû paroître tels à nos prédécesseurs; & qu'on ne les a laissé subsister que pour en éviter de plus grands. Souvent même les changemens qu'on propose comme nouveaux, ont déja été proposés, exécutés & abandonnés, soit en France, soit chez l'étranger: c'est ce dont l'histoire de l'artillerie nous fournit bien des exemples.

Les expériences même se oient généralement des moyens peu sûrs pour constater la bonté de ces nouveautés. Tout le monde croit être en état d'en faire, parce que peu de personnes sont assez instruites pour sentir les difficultés d'en faire de décisives, sur-tout en fait d'artillerie : car si on demandoit à ceux qui le proposent un plan raisonné de ces expériences, où ils assigneroient leur but & les moyens d'y parvenir, où ils apprécieroient les erreurs inévitables, tant de la part des instrumens que de la part de ceux qui s'en servent, & détermineroient les influences que ces erreurs doivent avoir sur les résultats, où enfin ils montreroient des voies sûres pour analyser des causes & des effets qui dans l'artillerie sont si compliqués : qui sont ceux qui se flatteroient

flatteroient d'y ſatisfaire ? De plus, des expériences bien faites dans la tranquillité d'une école ne ſeroient pas toujours concluantes pour la guerre.

Je paſſe rapidement ſur ces réflexions générales, parce que l'art peu connu de faire des expériences n'eſt point ici mon objet principal.

Ceux dont les réflexions précédentes n'arrêteront pas l'eſſor, doivent au moins être prévenus qu'il eſt trois qualités eſſentielles aux inſtrumens de l'artillerie, qu'il n'eſt jamais permis de perdre de vue : ſolidité, ſimplicité, uniformité. Sans la *ſolidité* dans les affûts, voitures & autres attirails, il faut ou s'expoſer à en manquer dans le beſoin, ou ſe ſurcharger d'un plus grand nombre de pieces de rechange beaucoup plus embarraſſantes à tranſporter que le ſurcroît de poids qui auroit réſulté de la ſolidité : outre la dépenſe du tranſport, on augmente celle de conſtruction qu'on eſt obligé de renouveller bien plus ſouvent. On n'a pas trouvé moins d'inconvéniens à diminuer la ſolidité des bouches à feu ſous le prétexte ſpécieux d'en alléger le poids ; car cette diminution ne peut tomber que ſur la matiere, la longueur, ou l'épaiſſeur : or, 1°. on ne connoît point juſqu'à pré-

ſent de matiere moins peſante qu'on puiſſe ſubſtituer à notre alliage ſans préjudicier au bien du ſervice; le fer, ſeul métal qu'on ait oſé lui oppoſer, ayant toujours été rejetté par tous les bons officiers d'artillerie, d'après l'expérience la mieux raiſonnée. 2°. Toutes les fois qu'on a voulu diminuer la longueur, on s'eſt bientôt apperçu qu'on perdoit beaucoup ſur la juſteſſe du tir, ſur la longueur des portées & plus encore ſur la force des coups; car ces deux choſes ne ſont pas proportionnelles, comme bien de gens ſe l'imaginent. 3°. En diminuant l'épaiſſeur, les pieces s'échauffent plus promptement, par conſéquent elles ſe fauſſent bientôt, ce qui les rend hors de ſervice, ou d'un mauvais ſervice. Ce fut à la bataille de Fleurus que je vis pour la premiere fois employer des pieces d'artillerie ainſi allégées; mais on revint bientôt aux anciennes dimenſions, parce qu'on reconnut qu'on avoit altéré eſſentiellement la juſteſſe & la ſolidité de ces pieces, ſans rien diminuer des attirails & des munitions qui tiennent néceſſairement à leur approviſionnement; au moyen de quoi il n'en réſultoit pas moins d'embarras dans les marches pour les voitures attachées à ces pieces, & que tout le merveilleux ſe rédui-

ſoit à quelques chevaux de moins pour traîner le canon : foible dédommagement des nouveaux inconvéniens dans leſquels on étoit tombé.

L'auteur de cette nouvelle conſtruction de pieces prétendoit, lors de ſes épreuves, avoir donné une ſupériorité de portée à des pieces courtes ſur de plus longues pieces, par une vertu particuliere qu'il attribuoit à ſon métal, & par une pinule ou viſiere qu'il adaptoit ſur la piece pour pointer ; mais dans l'examen on découvrit que ſa piece avoit plus d'élévation dans le tir , parce que dans la conſtruction l'ame de cette piece étant plus élevée au-deſſus de l'horiſon que l'ame des pieces anciennes pointées ſous le même degré d'élévation extérieure, c'étoit cette circonſtance ſeule qui faiſoit l'illuſion & qui augmentoit effectivement la portée de ces pieces, mais qui eût augmenté bien plus ſenſiblement dans une piece longue fabriquée de même. On reconnut en même tems que la culaſſe & le bourrelet de ces pieces étant plus rapprochés, les rayons devenoient plus divergens, & qu'il en devoit réſulter plus d'erreurs dans le tir, ſoit pour la direction, ſoit pour l'élévation ; que ces ſortes de pieces ne pouvant ſervir avec une ſorte de

précision que dans un terrein parfaitement uni, & qu'un tel terrein ne se rencontrant que rarement, ces pieces ne pouvoient avoir d'usage utile.

C'est un principe avoué & qui porte son évidence avec soi, que pour tirer juste il faut approcher autant qu'il est possible du but en blanc (construction qui se rencontre dans nos pieces longues ordinaires); il est donc palpable que les pieces courtes proposées, s'éloignant de cette construction par laquelle seule on peut y parvenir, on ne pouvoit tirer avec elles qu'au hasard, à l'estimation & arbitrairement, & d'autant plus arbitrairement que les distances de l'objet sur lequel on vouloit tirer étoient plus longues. C'étoit apparemment dans la vue de sauver le défectueux de ces sortes de pieces, dont le boulet passe au-dessus de l'objet où elles sont pointées, que l'auteur recommandoit de tirer à cartouches à certaines distances, où cependant le boulet produiroit en bien des occasions des effets bien plus avantageux que ne pourroient faire les cartouches, comme lorsque l'on peut prendre des directions d'écharpe & de flanc sur les lignes ennemies. On convint qu'au lieu de faire ces épreuves sur des élévations de 4 & 5

degrés, & de prendre les portées moyennes des différentes portées pour résultats, il falloit employer l'angle de 45 degrés pour connoître plus au vrai les portées de ces pieces; que l'angle de 45 degrés étoit celui où les erreurs devenoient moins sensibles, & par cette raison que cet angle étoit plus convenable à employer pour en connoître les justes portées; & que d'ailleurs pour faire une recherche utile en pareil cas, si l'auteur vouloit comparer les pieces courtes qu'il proposoit avec les pieces longues d'ancienne construction, il falloit, pour que la comparaison fût exacte & pour juger de la différence & de l'avantage de la piece courte de son invention sur la piece longue, présenter à l'épreuve une piece longue ordinaire, ayant son ame également élevée au-dessus de l'horison comme la piece courte de nouvelle invention, & tirer ces deux pieces à même degré d'élévation, à même charge de poudre & à même distance.

L'épreuve fut faite ainsi avec les pieces de comparaison; on les tira sous l'angle, & la piece longue eut constamment plus de justesse & plus de supériorité dans les portées que la piece courte, ce qui fit disparoître le merveilleux & confirma le prin-

cipe que, toutes choses égales d'ailleurs, la piece plus longue (dans les longueurs reçues) aura toujours plus de portée & plus de justesse que la piece courte. A ces pieces succéderent encore des pieces courtes proposées par le sieur *Thomas*, dont l'examen ne fut pas plus à l'avantage desdites pieces que de celles dont on vient de parler, à l'occasion desquelles je fis un mémoire par ordre de Monsieur le Régent. On ne peut donc trop insister dans la construction de tous les instrumens de l'artillerie sur la solidité nécessaire ; en vain objecteroit-on que la pesanteur qui en résulte inévitablement les rend plus difficiles à transporter & à manœuvrer, & peut, dans des occasions importantes, apporter un obstacle considérable au service. Il y a tant de ressources à l'armée toujours à la main & prêtes à servir dans le besoin pour surmonter les difficultés que l'on peut rencontrer de la part de la pesanteur nécessaire aux pieces, que cette objection ne peut pas arrêter un instant, car il ne manque pas de bras à l'armée pour aider aux manœuvres de l'artillerie dans les cas où le service en exige de particulieres; pour lors mêlant à propos, pour les manœuvres des pieces, des soldats de la ligne avec les canoniers entrete-

nus pendant la paix, ils concourent utilement à la manœuvre dès le moment même où ils se trouvent attachés à ce service, à plus forte raison lorsqu'ils peuvent être exercés quelques jours d'avance. Ce moyen, sur lequel on peut toujours compter, évite la dépense considérable d'une augmentation de soldats d'artillerie qui sans cela deviendroit nécessaire si l'on avoit égard à ces événemens extraordinaires, & que l'on entretiendroit souvent inutilement & très-dispendieusement pendant un grand nombre d'années dans l'attente de ce cas seul particulier & étranger au service ordinaire. C'est sur l'assurance que l'on a de trouver toujours cette ressource, que l'on s'est borné à l'entretien d'un certain nombre de soldats attachés au corps de l'artillerie; mais quand les pieces plus légeres offriroient plus de facilité pour les manier à son gré, il faut considérer que si les manœuvres à bras sont utiles & bonnes à employer en certains cas, elles ont leurs bornes & ne sont utiles qu'à la proximité de l'ennemi, & dans des terreins qui le permettent; autrement on perdroit du tems à ne pas employer des chevaux, on épuiseroit les forces des hommes & on les exposeroit davantage sans nécessité. Ces sortes de manœuvres peuvent

avoir lieu à un ſiege, dans des tranchées, ou en campagne à une diſtance convenable de l'ennemi.

L'on trouve alors le moyen d'y ſatisfaire par des ſoldats auxiliaires de la ligne, aidés des ſoldats entretenus & exercés dans le corps d'artillerie.

Il fut auſſi queſtion de réduire le calibre des mortiers de 12 pouces à celui de 10 pouces ſeulement, ſur la raiſon que l'on auroit plus de facilité dans le tranſport des bombes, plus de commodité pour la manœuvre des mortiers ainſi réduits; que d'ailleurs il en réſulteroit une économie dans l'emploi des matieres, & que les bombes produiroient autant d'effet. On inféroit auſſi de cette propoſition qu'il feroit inutile déſormais d'avoir des mortiers de 8 pouces; mais après l'examen qui fut fait à ces différens égards, on reconnut que l'économie prétendue ſur la réduction du poids de la bombe & du mortier étoit contraire à l'effet utile que l'on devoit attendre du ſervice du mortier & de la bombe; qu'il falloit aux mortiers une ſolidité telle qu'ils puſſent réſiſter aux efforts d'une quantité de poudre capable de chaſſer avantageuſement les bombes; que la charge de poudre propoſée par l'auteur étoit inſuffiſante

à l'effet, puiſqu'une plus forte charge employée pour les bombes de 10 & 12 pouces augmentoit leurs portées ; que d'ailleurs il falloit à la bombe un poids capable d'enfoncer les voûtes des magaſins à poudre par ſa chûte, & d'enfoncer aſſez profondement dans les terres pour faire l'effet d'une fougaſſe enlevée d'une quantité de terre proportionnée à la profondeur dont elle y auroit pénétré, dégrader les parapets, démonter encore les batteries, briſer les affûts, &c; que toutes ces circonſtances utiles & néceſſaires, & qui ſont le véritable objet du ſervice de la bombe, ſe rencontroient bien dans les bombes de 12 pouces à raiſon de l'excès de ſon poids ſur celui de la bombe de 10 pouces, à cauſe de la charge de poudre introduite dans la chambre du mortier pour la chaſſer, & encore à cauſe de la quantité de poudre introduite dans la bombe pour en déterminer les éclats ; qu'ainſi ce n'étoit pas le cas de préſenter l'économie des matieres & de la poudre & l'allégement des tranſports ; qu'à l'égard des mortiers de 8 pouces, l'objet particulier qui en exigeoit l'uſage ne permettoit pas de leur donner un plus fort calibre. Leur deſtination principale étant à un ſiege de tirer dans les chemins couverts,

dans les ouvrages extérieurs, ſur les breches, &c. un calibre moindre de 8 pouces ſeroit inſuffiſant pour produire tous ces effets : mais à cette dimenſion, outre qu'il ſuffira pour remplir à ces égards tout ce que l'on peut deſirer, il n'aura pas les inconvéniens & les dangers qui ſeroient inévitables dans les mortiers d'un calibre ſupérieur, parce que de la diſtance où il convient d'employer ces mortiers, qui eſt preſque toujours de la derniere parallele, les éclats de bombes plus fortes reviendroient en plus grand nombre dans les tranchées & préjudicieroient davantage à ceux qui les auroient tirées; d'ailleurs le ſervice en étoit très-facile, puiſqu'il ne falloit que quatre hommes pour les porter à bras dans les tranchées, ainſi que leurs affûts de bois ferré; cette dimenſion rendoit ces mortiers du calibre de 8, d'autant plus commodes qu'il étoit très-facile de renouveller les affûts dans le beſoin, & même d'en conſtruire ſur les lieux où on les emploie; ces raiſons déterminerent à s'en tenir perſévéramment à l'uſage des mortiers de 12 & de 8 pouces.

La ſeconde qualité eſſentielle à tous les inſtrumens d'artillerie, eſt la *ſimplicité*; cette qualité ſi avantageuſe dans toutes les

machines, l'eſt encore plus dans celles de l'artillerie qui ſont en ſi grand nombre, ſi embarraſſantes dans les marches, & ſi expoſées aux accidens qui proviennent de leur propre ſervice, & à ceux qui viennent de la part de l'ennemi. Pour appliquer ceci à la défenſe des places qui fait mon principal objet; ſi, pour tirer ſans embraſures, & pour tirer de nuit, on s'aviſoit de ſubſtituer de grands échaffaudages à nos plate-formes, dont on peut quelquefois même ſe paſſer, ou de conſtruire, au lieu de nos affûts, des machines plus compoſées & préſentant plus de parties foibles à l'ennemi, quel embarras ne réſulteroit-il pas dans les déplacemens ? Quelle facilité ne donneroit-on pas à l'aſſiégeant de les mettre hors de ſervice, particuliérement par ſes ricochets ?

La troiſieme qualité, l'*uniformité*, n'eſt pas moins eſſentielle : non-ſeulement l'uniformité eſt néceſſaire dans tous les attirails de l'artillerie, elle ſeroit très-avantageuſe dans leurs moindres parties même, s'il étoit poſſible d'y réduire tous nos arſénaux. Si on ſe permettoit autant de machines différentes qu'il y a de cas particuliers où l'on en pourroit tirer quelque avantage, quels frais ! quelles difficultés ! quelles longueurs

dans cette multitude de conſtructions ! quelles difficultés dans les tranſports ! quelle confuſion dans le ſervice ! Le principe de l'uniformité eſt la barriere qu'on oppoſe à ces déſordres. C'eſt donc avec juſte raiſon qu'on n'a jamais permis d'introduire des pieces particulieres ni des affûts particuliers pour la défenſe des places. L'uniformité avec les pieces de campagne eſt également utile dans la proſpérité & dans le malheur: dans la proſpérité on peut tirer de ſes places de quoi faire des ſieges, ſans diminuer l'artillerie de l'armée : dans les cas imprévus, tels que des deſcentes, on en peut tirer des places à portée, ſans être obligé d'en faire venir à grands frais d'arſénaux éloignés, au riſque de ne les avoir qu'après coup : après une bataille malheureuſe où l'on auroit perdu une grande partie de ſon artillerie, on peut réparer cette perte en tirant du canon des places les moins expoſées. La ſeule objection qu'on puiſſe faire, c'eſt que cela donne au général la facilité de dégarnir les places & de les abandonner ſans défenſe à l'ennemi. Je réponds que ſi un général eſt aſſez imprudent pour dégarnir ainſi des places expoſées, il ne les dégarnira pas moins, quelles que ſoient les pieces, & quels que ſoient les affûts, parce

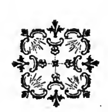
qu'il aimera mieux les avoir tels qu'ils ſont que d'en manquer; & s'ils ſont d'un mauvais ſervice pour la guerre de campagne, la faute en ſera jettée ſur le corps de l'artillerie. Et ſi dans un cas les ordres de la Cour peuvent interdire au général de tirer aucune artillerie des places, ce qui ſeroit ſouvent très-facheux, ils peuvent auſſi, dans le cas d'uniformité, lui preſcrire de quelles places il en peut tirer.

Si je m'étois permis un plus grand détail, j'aurois mis dans un plus grand jour les principes que je viens d'expoſer : mais ce détail auroit exigé un ouvrage particulier. J'eſpere que ceux qui voudront joindre de bonne foi leurs réflexions & leurs obſervations particulieres au peu que je viens de dire, acheveront de ſe convaincre de la vérité des principes que j'ai expoſés.



AVERTISSEMENT.

Pour rassembler dans un même volume les diverses pieces qui peuvent avoir rapport à l'artillerie, le Libraire a cru dévoir remettre sous les yeux du lecteur, à la suite de cet appendice, *le procès-verbal des épreuves sur les charges & les portées du canon, qui ont été faites à Metz depuis celles dont il est question dans cet ouvrage, avec les réflexions auxquelles elles ont donné lieu dans l'examen qui en fut fait alors par ordre de la Cour.*



MÉMOIRE

Sur les charges & les portées des bouches à feu, au sujet des observations du sieur BELIDOR, *par rapport aux épreuves faites à son instigation en 1740.*

OBLIGÉ par ordre de la Cour d'examiner & de dire son sentiment sur le procès-verbal, de même que sur les observations, en conséquence des épreuves faites à Metz les 8, 11, 25 juin & 3 juillet de la présente année 1740, il est nécessaire, pour se faire entendre, de rapporter une partie des causes qui produisent les irrégularités des effets de la poudre, & aussi une partie des inconvéniens qui arrivent pendant le méchanisme du tir du canon.

Ces causes & ces inconvéniens sont sans nombre; mais l'expérience nous en apprend assez, pour nous faire sensiblement connoître qu'il n'y a rien de précis, & qu'on ne peut établir aucuns principes certains sur les charges & les portées des bouches à feu, ni même sur leurs dimensions, qui ne sont qu'arbitraires.

C'eſt au ſieur Belidor, qui oſe avancer avoir trouvé la charge la plus convenable, à déterminer les deux autres cas, c'eſt-à-dire, la longueur juſte des pieces, & leurs juſtes portées : la vérité de l'un néceſſite la certitude des deux autres; alors la découverte ſera très-utile.

En attendant, il faut s'en tenir, pour le bien du ſervice, à la charge ordinaire du tiers du poids du boulet, conſtatée par le plus ancien uſage.

Les huit livres de poudre pour la piece de vingt-quatre, ſont la charge avec laquelle on fait les breches & on ouvre les places : on fera voir dans ce mémoire, que la charge de huit livres, à tous égards, eſt à préférer à celle de neuf livres.

Ce mémoire eſt diviſé en trois parties. La premiere contient un diſcours ſur la poudre, & ſur l'uſage des officiers d'artillerie.

La ſeconde contient le procès-verbal des épreuves faites à Metz, pour connoître la charge la plus convenable, tant pour le canon que pour les bombes; & l'examen de ce procès-verbal, à mi-marge.

La troiſieme contient les obſervations ſur la charge du canon, faites en conſéquence de ce procès-verbal, & une réponſe à ces obſervations, auſſi à mi-marge.

PREMIERE

PREMIERE PARTIE.

Sur la Poudre.

IL n'eſt pas poſſible d'imaginer toutes les circonſtances qui occaſionnent les variations ſurprenantes & biſarres des effets de la poudre dans les bouches à feu, ce détail eſt immenſe ; on peut cependant rapporter une partie de ces circonſtances, plus que ſuffiſante pour faire ſentir à quel point il eſt abſurde de vouloir déterminer une charge de poudre toujours la même, comme la plus convenable pour les plus grandes portées, & pour les plus grands effets.

Qu'il ſoit tiré mille coups d'une piece de canon, à la même charge & au même degré, on peut moralement avancer qu'entre les mille portées il n'y en aura pas deux exactement égales, & l'on ſera ſurpris des différences qui ſe trouveront entre les petites & les grandes portées.

Des cauſes ſans nombre, à la plus grande partie deſquelles on ne peut remédier, contribuent à ces irrégularités.

Elles peuvent venir de la part de la poudre, de la part de l'air, de la part de la

vîteſſe de l'inflammation, de la part du boulet, de la part de deux ou trois de ces cauſes, ſéparément & en pluſieurs manieres, ou de toutes conjointement.

La poudre ne peut être de même nature dans toutes ſes parties ; les trois matieres qui la compoſent, ne peuvent être également & ſemblablement partagées ni arrangées dans chaque grain.

Les grains ſont de différente figure & groſſeur, il s'en trouve de plus ou moins ſecs.

Les interſtices remplis d'air qu'ils laiſſent entr'eux, ſont plus ou moins grands ; & cela ſeul doit donner des portées inégales, puiſque c'eſt ſelon le plus ou le moins d'air rarefié juſqu'à un certain point dans le même inſtant, que les portées ſont plus ou moins grandes.

La poudre eſt un hygrometre aſſez ſenſible, qui change de qualité d'un moment à l'autre, ſuivant la température de l'air.

L'air n'eſt point homogene par-tout, ni dans toutes ſes parties ; il ſe trouve tantôt plus rare, tantôt plus denſe ; les vapeurs & les exhalaiſons n'y ſont pas également mêlées, ni en tout tems, ni en tous lieux ; ſa réſiſtance contre le boulet n'eſt point uniforme ni conſtante, d'un inſtant à l'autre tout change.

Le plus ou le moins de vîtesse de l'inflammation varie aussi la portée des coups; l'explosion d'une égale quantité de poudre dans une même piece, ne se fait pas dans le même tems précis : l'expérience & la raison nous apprennent que ces tems sont différens, suivant que le feu se lance par la lumiere avec plus ou moins de vivacité, & aussi plus ou moins en avant, ou selon que l'air est plus rare ou plus dense : ainsi une même charge, à la même direction, occasionne différentes portées, suivant le tems plus ou moins court qu'elle est à s'enflammer.

Ces tems sont encore sujets à une variation nécessaire, non-seulement par les différentes qualités de la poudre, mais par les différens arrangemens des grains, tant dans la charge que dans la lumiere.

Autres variations de la part des boulets, tous différens en poids, & même en diametre, quoique faits pour le même calibre; la matiere coulée plus ou moins chaude, fournit un grain plus ou moins fin, & par conséquent une pesanteur différente.

Cette différence de pesanteur vient aussi de la soufflure plus ou moins grande, qui se forme indispensablement dans le centre, ou vers le centre des boulets, ainsi que dans les balles de plomb.

Autres variations, le boulet n'eſt jamais pouſſé que par une direction oblique à celle de l'axe de l'ame de la piece, qu'il ne ſuit que par haſard & très-rarement : on ne peut donc pas juger de la force des boulets par la diſtance de leur chûte ; un boulet avec moins de force qu'un autre, ira plus loin, parce qu'il aura été chaſſé & ſera parti ſous un angle plus avantageux.

Ces accidens, qui influent ſur chaque coup, reçoivent tant de combinaiſons différentes, qu'il n'eſt pas poſſible d'y rien démêler, ni de reconnoître laquelle de ces cauſes a eu le plus de part dans l'exploſion ou dans la chaſſe du boulet; les expériences, quelque réitérées qu'elles ſoient, ne ſont jamais parfaitement d'accord entr'elles.

Pour ſçavoir à quoi s'en tenir ſur cette matiere, il faudroit que l'air & la poudre ne fuſſent pas ſuſceptibles de tous les changemens dont on a fait mention : mais, ſi telle eſt leur nature, comment fixer ce qui de ſa nature eſt variable ? & n'eſt-ce pas parler de la poudre & de ſes effets avec peu de juſteſſe, que d'en parler avec préciſion ?

On ne peut donc rien conclurre de précis ſur la force de la poudre, par la comparaiſon de deux ou pluſieurs coups tirés à même charge, & au même degré, dans

aucun cas. Lesquels d'entre tant de coups inégaux comparera-t-on, pour avoir un rapport juste de la portée du boulet à la force de la poudre ? Comparera-t-on leurs sommes ? mais ces sommes seront inégales & variables, puisque les parties qui les composent sont inconstantes. Que sera-ce, si l'on compare les coups tirés à différentes charges ? Chaque coup particulier varie, & leurs sommes participent toujours de leur bisarrerie & de leur irrégularité : cette comparaison des coups particuliers ou de leurs sommes, ne peut donc donner que des conclusions incertaines & fausses.

Cependant, si l'on tire plusieurs coups à différentes charges, sous un même angle, on appercevra, malgré l'inégalité & la variation des coups, que dans aucun cas une charge de seize livres ne donne une portée double de celle que donne une charge de huit livres ; on appercevra, dis-je, que les portées ne sont pas proportionnelles aux charges.

Les plus grandes portées répondent aux plus grandes charges, mais on ne sçait pas en quel rapport.

Les portées augmentent à mesure que les charges augmentent jusqu'à un certain point, au-delà duquel elles diminuent à mesure que l'on augmente les charges ;

parce que, dit-on, la poudre non enflammée, intermédiaire entre la poudre enflammée & le boulet, reçoit la premiere percussion qu'elle amortit, & qu'elle communique, ainsi affoiblie, au boulet. On ignore jusqu'à présent, & il y a apparence que l'on ignorera encore long-tems, dans quelle proportion se fait cette augmentation & cette diminution des forces, relatives aux différentes charges.

Les portées du boulet ne sont pas même dans la raison des forces ou des vîtesses qui lui sont imprimées; car les résistances de l'air ne sont pas comme les vîtesses, mais comme le quarré des vîtesses; & un boulet qui part avec une vîtesse double, éprouve une résistance quadruple. Donc les portées ne sont pas proportionnelles aux forces que la poudre lui communique.

On sent néanmoins que la longueur du canon, & son calibre, étant déterminés, il y a une charge de poudre déterminée, qui donne la plus grande portée possible; c'est ce que personne n'ignore, & cependant le problême n'est pas résolu.

Au surplus, quelle que soit la charge, qui, dans un canon d'une longueur & d'un calibre déterminés, donne la plus grande portée possible, elle n'est pas la même sous tous les angles; elle varie & doit varier à

toutes les directions de la piece, & cela à cause de la propriété de la flamme.

Le propre de la flamme est de s'élever verticalement, & d'accélérer l'inflammation de la poudre, dans les situations approchantes de la verticale; cette propriété de la flamme fait (le tout égal d'ailleurs) qu'une même charge occasionne plus ou moins de force ou de chasse au boulet, suivant les différens angles de l'ame de la piece avec l'horison.

Plus la direction s'éloigne de l'horisontale vers le zénith, plus l'explosion est prompte; alors les petites charges gagnent sur les grandes: plus la direction approche de l'horisontale, plus l'explosion se ralentit; une plus grande quantité de poudre a le tems de s'enflammer, ce qui récupere, & beaucoup au-delà, la lenteur de l'explosion; alors les grandes charges gagnent infiniment sur les petites.

Il y a donc autant de charges différentes dans un canon d'une longueur déterminée, qui donnent la plus grande portée possible, qu'il y a de directions possibles entre la verticale & l'horisontale.

Mais supposé, ce qui ne se peut pas, que l'on eût déterminé toutes les charges suivant toutes les inclinaisons possibles, il faudroit encore les déterminer suivant la

différente nature ou résistance des corps à détruire.

La résistance d'un corps vient de la liaison de ses parties & de sa masse ; lorsque l'objet à battre fait peu de résistance par la liaison de ses parties, comme la terre, il faut une foible charge ; lorsqu'il résiste autant ou plus par la liaison de ses parties que par sa masse, comme la bonne maçonnerie, on doit employer une forte charge ; mais ces charges foibles ou fortes varient à l'infini suivant la nature des corps.

Tout ceci est fondé sur ce que les forces n'ont d'effet utile, marqué & sensible contre les corps, que suivant la résistance de ces corps : par exemple, si l'on tire un coup violent d'un boulet contre un madrier fiché & soutenu verticalement, le boulet ne fera qu'un trou dans le madrier ; si le coup du boulet est infiniment moindre, le madrier sera brisé en plusieurs éclats.

Il y a donc un rapport entre la résistance & la percussion, qu'il faut fixer, pour faire le plus grand effet utile ; il y a donc des cas où les plus grandes forces ne font pas le plus grand effet utile & sensible.

Il suit de-là qu'à parler exactement on ne peut estimer être les mêmes, deux charges qui donnent des portées qui ne different entr'elles que d'une toise ; parce que

la vîtesse ou la force positive ou négative qui répond à cette toise de plus ou de moins, est souvent ce qu'il faudroit pour rompre l'équilibre & pour atteindre ou manquer le rapport juste & nécessaire entre la résistance & la percussion qui donne le plus grand effet utile.

Il y a même des coups de boulets qui, partant sous une direction oblique à celle de l'axe de l'ame de la piece, reçoivent un mouvement de rotation sur leur centre de gravité, à cause de la soufflure qu'ils ont vers leur centre de figure : ce mouvement, qui diminue leurs portées lorsqu'ils partent au-dessous de l'axe, est avantageux pour la destruction de certains corps qu'il faut plutôt gratter & déchirer que percuter & battre; telles sont certaines terres gazonnées depuis peu, qui ne veulent être qu'effleurées & pincées légérement dans les commencemens, & contre lesquelles les petits coups font de merveilleux effets, surtout lorsque le boulet n'y entrant qu'à demi, retombe en conservant une partie de ce mouvement. Dépend-il du canonier de mettre à profit ce défaut des boulets ?

Le terme de charge convenable est donc équivoque & ne signifie pas toujours celle qui donne les plus grandes portées; & enfin, la charge qui donne les plus grandes portées n'est donc pas celle dont il faut

toujours faire usage : en un mot, il n'est pas de charge, toujours la même, qui soit la plus convenable pour les plus grandes portées & pour les plus grands effets.

On doit donc appeller la charge qui a le plus de force, ou qui donne les plus grandes portées possibles, la plus forte charge; & celle qui fait le plus d'effet utile, la charge la plus convenable. C'est à l'œil à juger de celle-ci, elle est visible, elle est sensible, elle est remarquable par ses effets; l'esprit apperçoit l'autre, & la prouve, mais la pratique n'y atteint que par hasard & sans pouvoir la reconnoître.

On ne croit pas que la théorie la plus recherchée, la spéculation la plus profonde, fournissent quelque chose de positif sur ce sujet; tout l'avantage de la théorie consiste à rendre plus judicieux, plus attentif, plus prompt, & plus œconome dans la pratique.

La théorie ne prescrit ici que des regles générales & assez vagues; elle enseigne qu'il faut se conduire suivant la nature de la poudre, l'état des pieces, la distance des objets, la nature des corps à détruire, &c. mais on ne connoît parfaitement aucune de ces choses : comment donc appliquer ces regles avec sûreté & avec précision à chaque cas particulier qui se présente ?

Une piece pointée à quarante-cinq de-

grés, si le hasard fait que le coup parte avec tout l'avantage, ce qu'on ne sçauroit deviner, c'est-à-dire, si la poudre prend dans l'instant le plus prompt, & que le boulet parte suivant la direction de l'axe de l'ame, on a alors la portée naturelle, & la plus grande amplitude possible à cette charge & à cette élévation.

Si le boulet prend sa direction au-dessus ou au-dessous de l'axe, ce qui est occasionné par nombre d'accidens, l'une & l'autre de ces deux portées est plus courte que la naturelle : tout ce qu'on peut penser de ces trois portées, est que le boulet de la plus étendue est celui qui est parti sous la direction la plus approchante de l'axe de l'ame, si la direction des deux autres coups a été au-dessus ou au-dessous de l'axe, c'est ce qu'on ne sçait point ; ici la conjecture est déja en défaut. Cela n'embarrasse point le sieur Belidor, auteur des épreuves de Metz. Pour répandre à dessein une plus grande obscurité sur la matiere, il emploie l'angle de quatre degrés, sous lequel on ne voit plus lequel des boulets a pris sa direction selon l'axe ou le plus près de l'axe : il fait mieux ; pour augmenter encore les difficultés, il place la piece élevée de soixante-dix-huit pieds au-dessus du sol sur lequel tombent les boulets, ce qui occasionne de nouvelles variations aux rapports

entre les portées : tout cela ne l'arrête point, il donne, non des conjectures, mais des conséquences qu'il nomme observations, qui à la vérité sont démenties par l'état des portées insérées au procès-verbal.

L'auteur, dans ses observations, perd la vérité de vue. Pour étayer ses idées, il fait penser & agir les officiers d'artillerie comme il sçait qu'ils ne pensent ni n'agissent, du moins ceux qui ont de l'application & de l'expérience sur ces faits; il n'a garde de s'adresser à ceux-ci pour leur expliquer ses systêmes imaginaires, il ne les séduiroit pas avec la même facilité qu'il en impose aux personnes dont les idées n'ont point pour objet les capricieuses variations des effets de la poudre.

Il y a environ quatre cens ans que l'artillerie est en usage, le canon a passé par les mains de bien des gens, parmi lesquels il s'en est trouvé de très-habiles : on a fait mille & mille épreuves pour trouver les véritables charges & les portées des bouches à feu ; mais les accidens & les variétés bisarres des effets de la poudre ont forcé une longue expérience d'en demeurer au tâtonnement, & d'aller à peu près.

Ces expériences incertaines ont cependant déterminé les charges au tiers du poids du boulet, ce qui fait huit livres de poudre pour la piece de 24, & les autres à proportion.

Cette charge de huit livres renferme le ménagement des pieces, des affûts, & l'œconomie de la poudre.

Les lanternes, de tout tems, ont été faites pour contenir, comme aujourd'hui, le tiers du poids du boulet.

Il n'a été employé que cette charge à la batterie d'école, devant le Roi à Compiegne; c'eſt la charge uſitée dans les ſieges.

Dans les écoles, la charge eſt réglée au quart du poids du boulet.

On bat en breche à huit livres avec la piece de vingt-quatre, c'eſt un fait conſtaté qui n'eſt ignoré d'aucun officier d'artillerie de pratique; on tire à cette charge, de cent, deux cens & trois cens toiſes.

On inſiſte ici ſur la charge de huit livres pour la piece de vingt-quatre, parce que le ſieur Belidor a ſoin de faire entendre que les officiers d'artillerie brûlent beaucoup trop de poudre à la guerre, ſans dire un mot dans ſon procès-verbal, ni dans ſes obſervations, de quelle quantité de poudre on fait la charge ordinaire des pieces.

On voit ſenſiblement que cette vérité de fait, c'eſt-à-dire, la charge ordinaire de huit livres, ne convenoit point à ſes idées; ſon projet a été d'en impoſer ſous le prétexte ſpécieux d'une grande œconomie.

Pour cela, il a fallu inſinuer que les officiers d'artillerie faiſoient uſage de trop

grandes charges, & consommoient une trop grande quantité de poudre.

Il propose donc, pour découverte importante à l'Etat, la charge de neuf livres, comme la plus convenable; il promet des avantages infinis, une œconomie considérable de poudre, une diminution très-grande de métal dans les pieces, le ménagement du canon, des affûts, &c.

De-là, le merveilleux! Il fixe les yeux de tout le monde sur lui, il excite l'admiration, il éblouit, il séduit.

Mais si tout ce systême n'est qu'un vain fantôme fondé sur l'imposture, que dire & que penser d'une pareille conduite? S'il est vrai, comme on n'en peut douter, que la charge ordinaire employée par les officiers d'artillerie, est celle de huit ou de six livres, celle de deux livres & moins pour les ricochets, celle de douze livres dans des cas particuliers, comme de plus grande distance ou de plus grande résistance, que devient le merveilleux de la découverte de l'auteur? Où est l'œconomie qu'il propose? N'est-ce pas abuser du zele de gens peu instruits des usages de l'artillerie? N'est-ce pas vouloir se jouer de leur crédulité?

Ses propositions sont fausses, ses observations frivoles, ses promesses vaines, & ses avis dangereux à l'Etat.

Il propose, par exemple, de diminuer

l'épaiſſeur des pieces de vingt-quatre, au moins d'un quart, à cauſe de la charge de neuf livres qu'il dit être la meilleure, dans le tems que ces mêmes pieces réſiſtent à peine aux efforts qu'elles reçoivent à la charge de huit livres ; il s'appuie pour cela ſur le ſentiment du ſieur Sautray, & celui-ci le déſavoue.

Au ſurplus, ſi c'eſt la théorie qui le conduit à cette découverte de la charge de neuf livres, comme la plus convenable, qu'il donne en conſéquence l'épaiſſeur & la longueur des pieces, proprotionnément à cette charge, c'en eſt une ſuite néceſſaire : ſi au contraire il n'eſt fondé que ſur les expériences qu'il a faites, pourquoi ces expériences auroient-elles plus de crédit que celles que nos anciens ont faites, & qu'ils ont réitérées mille fois, pour déterminer la charge ordinaire à huit livres ?

Ces expériences ſont-elles plus inſtructives & mieux entendues que les autres ? Mais ſon propre ouvrage le dément, le procès-verbal le contredit, & donne des conſéquences tout-à-fait contraires aux obſervations qu'il en tire ; c'eſt ce dont on peut juger par la ſeule inſpection de l'état des portées, & ce n'eſt que parce que la Cour l'ordonne que l'on paſſe à l'examen de ce procès-verbal.

SECONDE PARTIE.

Procès-verbal de ce qui s'est passé aux épreuves faites à Metz les 8, 11, 25 juin & 3 juillet de la présente année, pour connoître la charge la plus convenable au canon; & à celles faites les 9 & 12 juillet de la même année, pour connoître la charge des bombes de 12 & de 8 pouces, quand on ne veut tirer que dessus les batteries & sur les troupes.

On a fait faire une plate-forme horisontale, sur le rempart de la citadelle, vis-à-vis la face droite du bastion Saint-Louis, sur laquelle on a posé une piece de canon du calibre de 24. Cette piece nommée le Serpent, a de longueur dans l'ame, neuf pieds huit pouces, fondue à Strasbourg par Berquen, en 1726.

Les tourillons placés sur l'affût, se sont trouvés élevés de soixante-dix-huit pieds au-dessus du niveau de la prairie dans laquelle coule la Moselle; & pour mesurer plus exactement les coups, l'on a planté dans la même prairie, sur la direction de la piece, des piquets de vingt-cinq toises en vingt-cinq toises de distance, sur la longueur d'environ neuf cens toises, jusqu'à la rencontre de la riviere.

Pour faire ces épreuves avec toute l'exactitude possible, & d'une maniere exempte de suspicion, l'on a été en nombre de personnes suffisant pour observer la chûte des boulets, & en mesurer la distance.

Le 8 juin, l'on s'est rendu à trois heures après midi à la citadelle, sur le bastion Saint-Louis, avec d'autres personnes,

pour être témoins de la maniere dont la piece seroit chargée & pointée.

La poudre dont on s'est servi pour tous les coups que l'on a tirés a été bien mêlée, en la faisant couler d'une tonne dans l'autre, & ensuite pesée exactement, & mise dans des gargousses de papier.

Toutes ces gargousses, après avoir été introduites dans la piece, ont été refoulées de deux coups seulement, sans bouchon sur la poudre; mais on en a mis un sur le boulet, refoulé aussi de deux coups : & tous les boulets ont été choisis du calibre le plus égal qu'on ait pu trouver.

La direction de l'ame de la piece a été pointée par M. . . ; avec un quart-de-cercle d'un pied de rayon, posé sur une grande regle introduite dans la piece.

Procès-verbal.

Dans cette premiere épreuve, l'on a commencé par faire tirer quatre coups à 8 livres de poudre, quatre à 9, quatre à 10, quatre à 11; & comme la piece s'échauffoit extraordinairement, & que la volée commençoit à menacer ruine, quoique cette piece servît alors pour la premiere fois, l'on a pris le parti de ne plus faire tirer que trois coups à 12 livres, deux à 14, deux à 16, deux à 18 & deux à 20. Sur quoi l'on a remarqué qu'on

Examen du Procès-verbal.

On n'a pas choisi l'angle le plus convenable, s'il en est un, pour découvrir la véritable portée des pieces. Supposé qu'on la cherchât sérieusement, il falloit pointer la piece en chantier, sous l'angle de quarante-cinq degrés, ou, pour être plus précis, sous un angle tel que le boulet parte sous la direction de quarante-cinq degrés; cet angle est réputé celui sous lequel les portées sont les plus gran-

ne pouvoit guere compter sur les portées des charges de 16, de 18 & de 20 livres, parce que la plate-forme qui n'étoit pas solide, s'est affaissée, & que la semelle qui avoit été faite pour pointer la piece sous l'angle de quatre degrés, ne pouvant plus convenir, rendoit l'angle plus ouvert que de quatre degrés; à quoi l'on n'a pu remédier qu'imparfaitement, en se servant d'un coin de mire, qui a varié en tirant la piece, ce qui a été sensible. D'ailleurs on a regardé comme fort inutiles, les coups tirés avec 18 ou 20 livres de poudre, puisqu'on ne pousse jamais la charge jusques-là.

des possibles, & j'ajoute les plus uniformes & les plus constantes, parce que, toutes choses étant égales d'ailleurs, les différences qui arrivent à cet angle, comme de quarante-cinq à quarante-quatre, ou quarante-six, sont moins considérables à proportion, moins sensibles & moins marquées dans leur effet, que celles qui arrivent à l'angle de quatre degrés, où la moindre erreur donne des portées bisarres & peu relatives entr'elles.

Les changemens qui arrivent à l'angle de quarante-cinq degrés, sont toujours au désavantage des portées, parce qu'au-dessus ou au-dessous de cet angle, les portées sont toujours moindres, mais égales, lorsqu'elles en sont également éloignées. Ceux au contraire qui arrivent à l'angle de quatre degrés, donnent nécessairement des portées plus grandes ou plus petites, & par conséquent plus inégales, & moins propres à être comparées entre elles.

Cette bisarrerie des portées ne vient point, comme on l'insinue dans le procès-verbal, de ce que le coin de mire varie en tirant la piece, mais de ce que le boulet ne suit jamais l'axe de l'ame, ou la direction de la piece,

il va au-dessus ou au-dessous de cet axe, selon les chocs qu'il reçoit dans l'ame; elle vient aussi de plusieurs autres causes, dont les plus connues sont détaillées dans la premiere partie de ce mémoire, & dans le cas particulier de cette épreuve, où le canon sur sa plate-forme étoit élevé de soixante-dix-huit pieds au-dessus du plan de la chûte des boulets. Cet accident du départ du boulet au-dessus ou au-dessous de la direction de l'axe de la piece, a dû jetter beaucoup d'inégalités dans le rapport des portées; parce que celui qui part sous l'angle le plus avantageux, ou au-dessus de cette direction, gagne beaucoup dans cette situation: & au contraire celui qui part au-dessous, perd infiniment, sur-tout si son centre de gravité est différent de celui de sa figure. Pourquoi ajouter de dessein prémédité de nouveaux obstacles à ceux que l'on ne peut éviter dans la recherche d'une chose si importante? Aspiroit-on sérieusement & de bonne foi à quelque découverte? Est-ce par ignorance ou par malice, que l'on accumule les embarras & les difficultés? Veut-on éclairer ou simplement éblouir, en imposer & décider?

D'ailleurs, il est impossible de pointer sous un angle quelconque, avec une précision géométrique, ni de reconnoître sous quel angle le boulet est parti. Enfin, il est certain par des expériences bien réitérées, qu'une piece mise en équilibre atteint & frappe juste le but où elle est pointée, malgré la facilité qu'elle a à se déranger: le changement n'arrive donc, & l'équilibre n'est rompu, qu'après l'explosion.

C'est donc une précaution superflue que de vouloir assujettir une piece sous un angle quelconque, pour voir l'effet qu'elle produit sous ce même angle; cet assujettissement, & le plus ou le moins de solidité de la plate-

forme, ne contribue en rien, ni à la justesse du coup ni à la longueur de sa portée, quoique la plupart des gens de pratique pensent autrement.

L'on a remarqué que l'on ne pouvoit guere compter sur les portées des charges de 16, 18 & 20 livres de poudre ; il faut en chercher la cause ailleurs que dans l'affaissement de la plate-forme. Cet affaissement a obligé, dit-on, à former l'angle de quatre degrés avec un coin de mire, qui a varié en tirant la piece : cette variation du coin de mire a pu être sensible. A t-elle influé sur la portée des coups ? elle ne s'est faite qu'après la sortie du boulet ; l'expérience de la piece mise en équilibre, rapportée ci-dessus, en est la preuve, mais il falloit un prétexte pour ne plus tirer à 18 & 20 livres de poudre.

On a regardé comme inutiles les coups qu'on a tirés avec 18 ou 20 livres de poudre ; cependant c'est ce dont il étoit question. Cette recherche étoit utile, quoiqu'on ne pousse jamais la charge jusques-là, excepté dans les épreuves. Il étoit bon de voir où commencent à peu-près les diminutions des portées répondantes à de plus grandes charges ; c'est ce point qu'il falloit découvrir, à moins qu'on ne l'eût fixé d'avance à 9 livres, indépendamment des expériences contraires ; & certes on a eu raison de n'avoir aucun égard aux charges de 18 & de 20 livres, & de les supprimer même dans les épreuves du 11 juin ; elles auroient désabusé trop aisément de la prévention où l'on étoit contre elles : l'inspection seule de l'état des portées de l'épreuve du 8 juin, suffit pour faire approuver la conduite de ceux qui les ont négligées, en faveur de celle de 9 livres, qui devoit avoir la préférence. Cet état fait voir que les portées à 18 & 20 livres surpassent à peu-près d'un quart les portées de la favorite,

& c'eſt peut-être ce que l'on ne vouloit pas voir le 11 du même mois.

On a cru apparemment l'angle de quatre degrés plus propre que tout autre pour faire valoir les petites charges.

En effet, ſi les boulets entroient dans les pieces avec la même juſteſſe qu'un piſton dans une ſeringue, il eſt évident que l'axe de la piece paſſeroit par le centre du boulet, & qu'étant chaſſé, ce centre demeureroit toujours dans le plan vertical de l'axe de l'ame : or dans ce cas, l'angle de quatre degrés étant celui qui donne preſque les moindres portées, les différences en paroiſſent plus petites ; la différence de deux nombres qui expriment un rapport, eſt petite, ſi ce rapport eſt réduit à ſes moindres termes ; & la différence eſt plus grande, ſi les nombres qui l'expriment ſont grands. Ne ſeroit-ce point dans cette idée que l'on auroit préféré l'angle de quatre degrés à celui de quarante-cinq, afin que les portées étant moindres ſous cet angle, les différences en paruſſent auſſi moindres ?

Mais le contraire eſt arrivé, la lenteur de l'inflammation de la poudre dans une direction horiſontale, donne beaucoup d'avantage aux grandes charges ſur les petites : & comme dans la pratique le centre du boulet ſe trouve ordinairement au-deſſous de l'axe, d'une ligne & plus, il part au-deſſus ou au-deſſous de cet axe, ſuivant les différens chocs qu'il reçoit dans l'ame, & donne des portées tout-à-fait différentes ; ſi la derniere réflexion du boulet contre la piece ſe fait à la partie inférieure de l'ame, le boulet prend une direction au-deſſus de l'axe ; ſi la derniere réflexion ſe fait à la partie ſupérieure de l'ame, le boulet prend une direction au-deſſous de l'axe. Voilà donc, à même charge, dans un même calibre,

deux portées bien différentes, & d'autant plus différentes, que les angles d'incidence & de réflexion sont plus ou moins aigus, & que l'axe de l'ame approche plus du parallelisme de l'horison.

Le 9 de juin, l'on a trouvé les portées ci-après, sur les états remis par les personnes qui avoient été mesurer les distances où les boulets avoient été portés.

De quatre coups tirés à la charge de 8 livres de poudre, la portée du premier a été de 799 toises, celle du second de 844, celle du troisieme de 829, & celle du quatrieme de 887. Ajoutant ces quatre portées ensemble pour prendre le quart de la somme, l'on trouvera 840 toises pour la portée moyenne.

Des quatre coups chargés à 9 livres, le premier a porté à 715 toises, le second à 917, le troisieme à 855, & le quatrieme à 812 toises; ce qui donne 825 toises pour la portée moyenne.

Des quatre coups tirés à 10 livres, le premier a porté à 834 toises, le second à

Le moyen arithmétique que l'on prend entre un nombre de coups, pour déterminer une portée moyenne, est erroné, si l'on veut s'en servir pour le comparer avec le moyen arithmétique, semblablement formé des plus grandes portées, parce qu'il peut arriver par quelques-unes des causes qui varient les effets de la poudre, que dans les portées particulieres il y auroit des irrégularités, par excès ou par défaut, telles que la somme des portées répondantes aux grandes charges seroit égale à la somme des portées répondantes aux

872, le troisieme à 851, & le quatrieme à 845; ce qui donne 850 toises pour la portée moyenne.

Des quatre coups tirés à 11 livres, le premier a porté à 837 toises, le second à 784, le troisieme à 950, & le quatrieme à 892; ce qui donne 866 toises pour la portée moyenne.

Des trois coups tirés à 12 livres de poudre, le premier a porté à 812 toises, le second à 807, & le troisieme à 882; ce qui donne 833 toises pour la portée moyenne.

Des deux coups tirés à 14 livres, le premier a porté à 840 toises, le second à 848; ce qui donne 843 toises 3 pieds pour la portée moyenne.

Des deux coups chargés à 16 livres, le premier a porté au-delà de la riviere, à une distance estimée, à vue de pays, à 1000 toises, le second à 898.

Des deux coups chargés à 18 livres, le premier a porté à 950 toises, & le second sur petites : il n'est donc bon que dans la supposition fausse, que la force de la poudre seroit toujours constante, & que les portées répondantes à cette force seroient régulieres.

Et si l'on veut entendre qu'avec une charge déterminée, l'on parviendra à la distance que désigne le moyen arithmétique, on se trompera grossiérement, puisque l'on est certain d'avance que la moitié des coups n'ira pas jusqu'à cette distance.

Cette comparaison des portées moyennes, fausse de quelque côté qu'on l'envisage, est bien digne du génie de l'auteur.

Pour comparer des moyens arithmétiques, il faut qu'ils soient semblablement formés : pourquoi donc dans l'épreuve du 8 les moyens arithmétiques qui expriment les portées moyennes des charges à 16, 18 & 20 livres, ne font-ils que

l'autre bord de la riviere, estimé de 1000 toises.

Enfin des deux coups tirés à 20 livres, le premier a porté au-delà de la riviere, à une distance estimée de 1100 toises, & le second à 841 toises; ainsi l'on voit par les différences extraordinaires qui se rencontrent dans les portées de ces trois dernieres charges, leur peu d'exactitude, vu les dérangemens du coin de mire, dont nous avons fait mention ci-devant: c'est pourquoi nous n'avons pas voulu, pour l'épreuve suivante, pousser la charge au-delà de 16 livres, parce que la piece se tourmente trop pour pouvoir tirer juste.

Il y a eu deux autres coups tirés à 9 livres, dont l'un à 742 toises, le second à 806 toises.

Les jours suivans l'on a construit une nouvelle plate-forme beaucoup plus solide que la premiere, sur laquelle on a placé une autre piece fondue à Rochefort, toute semblable à la précédente,

la moitié de la somme de deux portées, tandis que les autres sont le quart de la somme de quatre portées? Quelle est cette ruse? on la voit, & il est aisé de conclurre.

Cette ruse n'empêche pas que la comparaison des moyens arithmétiques, ou des portées moyennes, ne donne des conséquences opposées à celles que l'on tire du procès-verbal, & n'est point en faveur de la charge de 9 livres.

En effet, selon le procès-verbal, la portée moyenne de 9 livres est de 825 toises, ou de 774 toises; toutes les autres portées moyennes à des charges plus grandes, sont régulièrement plus grandes; celle de 10 livres est de 850 toises, celle de 11 livres de 866 toises, celle de 12 livres de 833 toises, celle de 14 livres de 844 toises, celle de 16 livres de 949 toises, celle de 18

mais incomparablement meilleure : l'on a employé pour pointer le canon, une femelle arrêtée par quatre vis, pour la fixer d'une maniere inébranlable, pour qu'il ne pût survenir aux portées aucune variation de sa part.

livres de 975 toises, & celle de 20 livres de 970 toises, qui toutes surpassent 825 ou 774 toises.

Les portées de l'épreuve faite le 11, ne donnent pas plus d'avantage à la charge de 9 livres.

Ne doit-on pas être surpris de voir, dans l'épreuve du 8 juin, la portée moyenne de 12 livres, être de 833 toises, celle de 14 livres de 844 toises, tandis que celle de 16 livres est de 949 toises? N'y auroit-il pas quelqu'erreur, peut-être involontaire, dans les précautions que l'on a prises pour charger & pointer d'une façon exempte de suspicion? Le même sujet de surprise se rencontre dans l'épreuve du 11 juin, où la portée moyenne à 11 livres, n'est que de 811 toises, tandis que celle de la charge immédiatement supérieure, 12 livres, est de 870 toises ½, celle de 14 livres est de 914 toises, ou de 951 toises : ces inégalités ne peuvent-elles pas venir de la différence insensible de l'ouverture de l'angle, & de ce que le boulet ne suit pas cet angle, ou la direction de la piece, aussi-bien que de l'inconstance & de la variation des effets de la poudre?

On ne parlera plus ici des portées de 18 & de 20 livres, puisqu'il est décidé qu'on les regarde comme inutiles; elles sont trop grandes en effet, & nuisent trop à la réputation de la charge de 9 livres.

Le soin que l'on a pris d'employer une femelle arrêtée par quatre vis, pour la fixer d'une maniere inébranlable, pour qu'il ne pût survenir aux portées aucune variation

de cette part ; ce ſoin, dis-je, ne pouvoit-il convenir aux grandes charges comme aux petites ? Pourquoi a-t-on ſupprimé ces grandes charges, ſi l'on travailloit à une découverte ?

Mais ſi l'on vouloit négliger les grandes charges, comme trop diſpendieuſes & trop fatiguantes pour les affûts & pour le canon, pourquoi a-t-on ſupprimé la charge de 8 livres dans l'épreuve du 11 juin ? Elle donne dans l'épreuve du 8 une portée de 840 toiſes, plus grande que la portée moyenne de 9 livres, qui eſt de 825. Pourquoi faire des épreuves ſi on ne veut pas les ſuivre pied à pied, ni ſe conformer à ce qu'elles indiquent ? Pourquoi ne pas adopter la charge de 8 livres, qui joint à l'œconomie une portée ſupérieure à celle de 9 livres ?

Cette charge de 8 livres eſt-elle rejettée comme mauvaiſe, parce que les officiers d'artillerie l'admettent & la regardent comme bonne ? Eſt-ce pour en impoſer à notre créance que, dans l'état des portées, l'on préſente toujours à nos yeux la charge de 9 livres, & que l'on n'apperçoit qu'une ſeule fois celle de 8 livres ? A-t-on craint qu'elle ne parût avec tous ſes avantages ? A-t-on voulu prendre l'expérience pour guide, ou bien a-t-on voulu guider l'expérience ? Cette conduite dans les épreuves eſt ſinguliere, mais il falloit la tenir ; concluez.

On avoue cependant ſans peine, que ce n'eſt que par haſard que la charge de 8 livres a donné dans cette épreuve une portée plus grande que la charge de 9 livres.

Le 11 de juin, l'on s'eſt rendu ſur le baſtion Saint-Louis avec toutes les perſonnes qui avoient été préſentes à la premiere épreuve, & l'on a continué de même à obſerver la chûte

des boulets, pour en meſurer les portées; d'autre part, on a fait mêler la poudre & peſer les charges qui ont été tirées à gargouſſes, comme en premier lieu.

Pour que l'on ne pût rien imputer aux différens effets de la poudre, lorſque la piece eſt plus échauffée, à meſure que l'on tire un plus grand nombre de coups immédiatement de ſuite, il a paru convenable d'entremêler la charge de 9 livres avec les autres plus fortes, & de commencer ſubitement de la plus foible à la plus forte; ainſi l'on a fait tirer deux coups à 9 livres, enſuite deux à 16 livres, deux autres à 9, & puis deux à 14, deux encore à 9, & deux à 12, encore deux à 9, & deux à 11, deux à 9, & deux à 10, enfin deux à 9, & deux à 14. Et pour juger ſi un bouchon poſé & refoulé ſur la poudre, ſelon l'uſage ordinaire, produiſoit un meilleur effet que de n'en point mettre du tout, l'on a décidé que des deux coups tirés avec chacune des charges précédentes, le premier le ſeroit ſans bouchon ſur la poudre, mais un ſeulement ſur le boulet; & que le ſecond ſeroit tiré avec un bouchon ſur la poudre, & un ſur le boulet; l'un & l'autre refoulé de deux coups, comme dans la premiere expérience.

Comme le quart de cercle dont on s'étoit ſervi pour la premiere épreuve, avoit été un peu déjetté entre les degrés 4 & 5 par le ſoleil, on en a fait un autre de deux pieds de rayon; & pour qu'on ne pût rien oppoſer à la maniere dont la piece ſeroit pointée encore ſous quatre degrés, comme en premier lieu, M..... s'eſt chargé de faire ſeul uſage du quart de cercle.

Le lendemain matin 12 de juin, les états des portées ayant été confrontés & trouvés conformes, c'eſt ſur cette atteſtation que l'on donne les portées des charges précédentes.

Des deux coups tirés d'abord à 9 livres, le premier a porté à 870 toiſes, & le ſecond à 854.

Des deux coups tirés à 16 livres, le premier a porté à 970 toiſes, & le ſecond à 835.

Des deux coups ſuivans, tirés à 9 livres, le premier a porté à 854 toiſes, & le ſecond à 822.

Des deux coups tirés à 14 livres, le premier a porté à 878 toiſes, & le ſecond à 950.

Des deux coups tirés encore à 9 livres, le premier a porté à 858 toiſes, & le ſecond à 826.

Des deux coups tirés à 12 livres, le premier a porté à 899 toiſes, & le ſecond à 842.

Des deux coups ſuivans à 9 livres, le premier a porté à 808 toiſes, & le ſecond à 856.

Des deux coups chargés à 11 livres, le premier a porté à 792 toiſes, & le ſecond à 830.

Des deux coups chargés encore à 9 livres, le premier a porté à 1010 toiſes, & le ſecond à 735.

Des deux corps chargés à 10 livres, le premier a porté à 871 toiſes, & le ſecond à 838.

Enfin, des deux derniers coups tirés à 9 livres, le premier a porté à 900 toiſes, & le ſecond à 783.

L'on a terminé cette expérience par deux coups tirés encore à 14 livres, dont le premier a porté à 1060 toiſes, & le ſecond à 843.

Pour juger du premier coup d'œil des portées de toutes les charges différentes, tant de la premiere que de la ſeconde expérience, les voici rapportées en nombre, dans l'ordre naturel où elles ont été tirées.

ETAT des portées de l'épreuve du 8 juin, faite avec une piece de 24, pointée sous quatre degrés.

CHARGES. Livres de poudre.	COUPS.	PORTÉES EN TOISES. Toises.	Portées moyennes.
8	1	7 9	840 toises.
	2	844	
	3	829	
	4	887	
9	5	715	825
	6	917	
	7	855	
	8	812	
10	9	834	850
	10	872	
	11	851	
	12	845	
11	13	837	866
	14	784	
	15	950	
	16	892	
12	17	812	833
	18	807	
	19	882	
14	20	840	844
	21	848	
16	22	1000	949
	23	898	
18	24	950	975
	25	1000	
20	26	1100	970 . . 3 pieds
	27	841	
9	28	742	774
	29	806	

ETAT des portées des épreuves du 11 juin, faites avec une piece de 24, pointée sous quatre degrés.

CHARGES.	COUPS.	PORTÉES EN TOISES.	
Livres de poudre.		Toises.	portées moyennes.
9	1	870	862 toises.
	2	854	
16	3	970	902 . . 3 pieds.
	4	835	
9	5	854	838
	6	822	
14	7	878	914
	8	950	
9	9	858	842
	10	826	
12	11	899	870 . . 3.
	12	842	
9	13	808	832
	14	856	
11	15	792	811
	16	830	
9	17	1010	872 . . 3.
	18	735	
10	19	871	854 . . 3.
	20	838	
9	21	900	841 . . 3.
	22	783	
14	23	1060	951 . . 3.
	24	843	

Pour voir l'effet que produiroient dans la terre, les boulets tirés avec des charges différentes, l'on a disposé un attelier à la porte Mazelle, qui présentoit une butte de terre vierge, d'environ 10 pieds de longueur sur 8 de hauteur; les terres de cette butte n'étoient point parfaitement égales, mais composées de lits d'un sable dur & graveleux, qui régnoit principalement depuis le pied jusques vers le milieu de la hauteur de la même butte, & le reste répondant au sommet, étoit de terre plus douce.

A 30 toises de distance, l'on a placé dessus une plate-forme la même piece de 24, dont on s'est servi pour la seconde épreuve faite à la citadelle.

Le 25 juin l'on s'est rendu sur les lieux, avec toutes les personnes qui avoient agi ou assisté aux épreuves précédentes: l'on a fait peser la poudre, & charger la piece de 9 livres; & ce premier coup a chassé le boulet dans les terres,

On ne peut rien statuer sur les épreuves faites le 25 juin & le 3 juillet, pour voir l'effet que produiroient dans la terre, les boulets tirés avec des charges différentes dans une butte; les terres de cette butte étoient hétérogenes, inégales, & composées de lits de sable dur & graveleux: cependant, par l'épreuve du 3 juillet, les plus grands enfoncemens répondent aux plus grandes charges, sur-tout dans les trois coups dont il est dit qu'ils ont pénétré une terre à peu près de même qualité. Mais quelles que soient les conclusions que l'on tirera de ces épreuves, elles ne peuvent être que très-douteuses, & même erronées, & plus douteuses que celles que donnent les charges de poudre dans les autres épreuves; car on estime que les charges de poudre qui donneront les plus grandes portées, donneront aussi les plus grands enfoncemens, lorsqu'on ti-

à la profondear de 9 pieds 2 pouces ; le second coup chargé de 12 livres a enfoncé le boulet à la profondeur de 6 pieds 11 pouces 8 lignes seulement, parce qu'ayant donné un peu plus bas que le precédent, il a apparemment rencontré une terre plus ferme.

rera dans une terre bien homogene, si les plus grandes portées sont occasionnées par les plus grandes forces.

Le troisieme coup chargé de 14 livres de poudre, a enfoncé son boulet à la profondeur de 8 pieds 3 pouces.

Le quatrieme coup chargé de 9 livres, a porté son boulet à 8 pieds 6 pouces 9 lignes de profondeur.

L'on a tiré ensuite un cinquieme coup chargé de 12 livres, qui n'a pas été mis en ligne de compte, parce que le boulet a donné immédiatement au-dessus d'un des coups précédens, dont les terres étoient ébranlées & remplies de lézardes.

Enfin, l'on en a tiré un sixieme, chargé de 14 livres ; qu'on n'a pas eu le tems de rechercher, étant survenu un orage au déclin du jour, qui a terminé cette épreuve à quatre coups seulement, puisque ce sont les seuls sur lesquels on puisse compter.

Ayant choisi une butte plus étendue, l'on s'est rendu le 2 juillet dans le même endroit, avec les mêmes personnes ; & l'on a remarqué que la place n'étoit plus éloignée que de 26 toises de la butte, parce qu'on avoit été obligé de rapprocher la plate-forme, pour n'être point incommodé des eaux de pluie.

La poudre ayant été pesée, comme dans les épreuves précédentes, l'on a fait charger la piece à 9 livres, & ce premier coup a enfoncé son boulet à la profondeur de 10 pieds 4 pouces.

Le second coup chargé de 12 livres, a enfoncé son boulet à la profondeur de 11 pieds 2 pouces 6 lignes.

Le troisieme coup chargé de 14 livres, a enfoncé son boulet à la profondeur de 11 pieds 2 pouces 3 lignes, & ces trois coups ont pénétré une terre qui étoit à peu près de même qualité.

Le quatrieme coup chargé de 9 livres, a enfoncé son boulet à la profondeur de 9 pieds 3 pouces 3 lignes, & a donné un peu plus bas que les précédens.

Le cinquieme coup chargé de 12 livres, a enfoncé son boulet à la profondeur de 7 pieds 6 pouces seulement, parce que le terrein vers la droite de la butte est plus solide que vers la gauche, par où l'on a commencé à tirer.

Le sixieme coup chargé de 9 livres, a porté son boulet à la profondeur de 5 pieds 10 pouces.

Le septieme coup chargé de 14 livres, tiré à côté du précédent, mais un peu au-dessus, a porté son boulet à la profondeur de 6 pieds juste.

Comme la butte étoit trop labourée pour pouvoir y tirer davantage, l'on a fait passer la piece sur la gauche, vis-à-vis un attelier qui présentoit une butte de peu d'étendue, dans laquelle on a tiré le huitieme coup chargé de 14 livres de poudre, qui a porté son boulet à la profondeur de 12 pieds 3 pouces.

Enfin, l'on a tiré sur la droite du coup précédent, un neuvieme coup chargé de 9 livres de poudre, & le boulet s'est enfoncé de 10 pieds 3 pouces 3 lignes, dans une terre à peu près de même nature que celle qui compose la gauche de la butte dans laquelle on a tiré les sept coups précédens, n'en étant séparée que par un témoin de 4 pieds d'épaisseur; le premier & le neuvieme trous n'étant distans que de 6 à 7 pieds.

RECAPITULATION des épreuves du 26 juin & du 3 juillet, rapportées de suite.

Suite des coups tirés.	*Poudre en livre.*	*Profondeur des coups.*
		pieds. pouc. lignes.
1	9	9 . 2 . 0
2	12	6 . 11 . 8
3	14	8 . 3 . 0
4	9	8 . 6 . 9

Seconde épreuve du 3 juillet.

5	9	10 . 4 . 0
6	12	11 . 2 . 6
7	14	11 . 2 . 3
8	9	9 . 3 . 3
9	12	7 . 6 . 0
10	9	5 . 10 . 0
11	14	6 . 0 . 0
12	14	12 . 3 . 0
13	9	10 . 3 . 3

Quoique des expériences faites dans une terre auſſi mêlée que celle dans laquelle on a tiré, ne ſoient pas à beaucoup près auſſi exactes que les épreuves qu'on a faites en tirant dans l'air, pour juger des différentes charges, on ne laiſſera pas d'appercevoir ce que l'on doit penſer de ces dernieres, en ajoutant les profondeurs des trous formés par les ſix charges de 9 livres, qui donnent enſemble 53 pieds 5 pouces 3 lignes, qui étant diviſés par 6, il vient 8 pieds 10 pouces 10 lignes pour la profondeur moyenne : que ſi l'on ajoute de même les profondeurs des trous cauſés par les charges de 12 & de 14

livres de poudre, l'on trouvera qu'elles donnent ensemble 63 pieds 3 pouces 9 lignes, qui étant divisés par 7, il vient 9 pieds 6 lignes pour la profondeur moyenne, qui ne surpasse la précédente que d'un pouce 8 lignes.

Il faut remarquer que, pour les quatre premiers coups admis de l'épreuve du 25 juin, la piece a été pointée par un canonier; & que pour les autres coups tirés le 2 juillet, la piece a été pointée par M. . . . . . Enfin, que dans ces deux épreuves on n'a point mis de bouchon sur la poudre, mais seulement un sur le boulet refoulé de deux coups. FAIT à Metz, le vingt-six juillet mil sept cent quarante. Signé, *&c.*

ÉPREUVES DE BOMBES.

Voulant aussi juger des effets que produiroient les différentes charges des bombes, l'on s'est rendu le 9 de juillet dans l'isle de Chambiere, avec les personnes qui avoient assisté aux épreuves du canon. Là, toutes choses ayant été disposées, l'on a fait charger deux bombes de 12 pouces, de chacune 4 livres de poudre.

La premiere de ces bombes a été posée à terre, & on y a mis le feu par le moyen d'un morceau d'amadou, pour que le bombardier eût le tems de se retirer; après que cette bombe eut crevé, l'on en a été exa-

Expérience inutile; on n'emploie jamais les bombes de cette sorte: d'ailleurs, avec une livre de poudre on fera crever une bombe.

Au reste, il ne paroît pas

miner l'effet, & reconnu que les éclats avoient fait à terre une impression qui formoit six rayons. De ces éclats, qui doivent être en grand nombre, on en a retrouvé un premier à 17 toises, un second & un troisieme à 60, un quatrieme à 90, un cinquieme à 200 toises; la plupart ayant formé plusieurs ricochets, dont la distance n'a pas été mesurée, parce qu'il auroit fallu trop de tems pour les aller rechercher.

La seconde bombe, chargée & tirée comme la précédente, s'est aussi partagée en un grand nombre d'éclats qui ont formé cinq rayons auxquels répondoit l'impression de plusieurs ricochets. De ces éclats l'on en a retrouvé un à 9 toises, un second à 18, un troisieme à 30, un quatrieme à 32, un cinquieme à 80, un sixieme & un septieme à 200 toises, & suivant les volumes des mêmes éclats, on a jugé que cette bombe devoit en avoir produit environ autant que la premiere : mais on ne les a pas tous recherchés, & l'on a appris le lendemain que l'on avoit retrouvé deux éclats de cette bombe qui avoient été chassés à la distance de 3 à 400 toises.

que les épreuves faites à ce sujet soient suffisantes; la matiere dont sont formées les bombes est si bisarre & irréguliere, que l'on ne peut asseoir un jugement bien certain sur les différentes portées des éclats, qui, selon qu'ils résistent plus ou moins par leur liaison avec leurs voisins, & les différens angles suivant lesquels ils sont chassés, sont jettés plus ou moins loin; en sorte que l'éclat le plus éloigné n'est pas toujours celui qui a reçu la plus forte impression, mais celui qui a été chassé sous l'angle le plus avantageux pour aller loin : combien d'accidens ! combien d'inégalités !

L'on a ensuite fait charger de 3 livres de poudre chacune à

deux autres bombes de 12 pouces tirées à terre comme les précédentes ; ayant fait mettre le feu à la premiere, la moitié inférieure s'est détachée par l'ébarbure & s'est enfoncée d'un pied en terre, l'autre moitié supérieure s'est divisée en plusieurs éclats, dont le premier a été chassé à 21 toises de distance, un second à 80, un troisieme à 100, un quatrieme à 150 & un cinquieme à 160.

La seconde bombe chargée de trois livres, a formé, en crevant, une impression de six rayons, & s'est divisée en un grand nombre d'éclats, dont on n'en a retrouvé que sept, le premier à 18 toises, le second à 71, le troisieme à 103, le quatrieme à 120, le cinquieme à 130, le sixieme à 160 & le septieme à 200.

L'on a jugé par le nombre des éclats & la distance où ils ont porté, que les bombes chargées de 3 livres de poudre seulement, produisoient autant d'effet que celles qui étoient chargées de 4 livres.

L'on a ensuite fait charger d'une livre de poudre deux bombes de 8 pouces, pour les faire crever à terre comme les précédentes; la premiere a formé, en crevant, une impression de cinq rayons, & s'est divisée en un grand nombre d'éclats, dont on n'en a retrouvé que six, le premier a été chassé à 8 pieds de distance, le second à 2 toises, le troisieme à 100, le quatrieme à 130, le cinquieme à 150 & le sixieme à 80.

La seconde bombe de 8 pouces a formé, en crevant, une impression de quatre rayons, & s'est aussi divisée en un nombre d'éclats dont on n'en a retrouvé que six, le premier à 10 pieds, le second à 13 toises, le troisieme à 40, le quatrieme à 14, le cinquieme & le sixieme à 79.

Le 12 juillet l'on s'est encore rendu dans l'isle de Chambiere, avec toutes les personnes qui

avoient assisté aux épreuves précédentes, afin de voir quel seroit l'effet des différentes charges de bombes, lorsqu'elles seroient jettées avec des mortiers, comme à l'ordinaire.

Pour cela, l'on a commencé par faire charger de 3 livres de poudre, deux bombes de 12 pouces, qui ont été tirées avec un mortier dont la chambre étoit cilindrique : ce mortier, chargé de 2 livres de poudre & pointé à 45 degrés, a chassé la premiere bombe à 166 toises; cette bombe, en crevant, a fait un entonnoir de 4 pieds de diametre sur 2 pieds de profondeur.

Des éclats que cette bombe a formés, on n'en a mesuré que deux ; le premier équivalent à près de la moitié de la bombe, a été chassé à 79 toises de distance, & le second à 130, le reste de la bombe est resté dans son entonnoir.

Pour ne point perdre de tems en allant trop loin remarquer la chûte des bombes, l'on a fait diminuer la charge du mortier que l'on a réduite à

On n'a pas fait assez d'épreuves pour juger de l'effet proposé à cause de l'hétérogénéïté des terres & de la matiere des bombes ; cependant, si l'on veut s'en rapporter à l'épreuve faite, on ne peut comparer ensemble que la seconde bombe chargée de 3 livres de poudre, avec la premiere de celles qui ont été chargées de 9 livres de poudre ; or l'entonnoir de celle-là est de 2 pieds 8 pouces de diametre sur 15 pouces de profondeur, & l'entonnoir de celle-ci est de 5 pieds de diametre sur 2 pieds de profondeur, où l'on voit la plus grande charge toujours victorieuse ; cet avantage détermine en faveur des fortes charges des bombes, lorsqu'il est question dans les sieges de démonter les

cinq quarterons de poudre ; alors la seconde bombe chargée de 3 livres, n'a été chassée, sous l'angle de 45 degrés, qu'à 65 toises de distance, où elle a formé un entonnoir de 2 pieds 8 pouces de diametre sur 15 pouces de profondeur ; elle s'est divisée en un grand nombre d'éclats, dont on n'a mesuré la distance que de cinq ; le premier a été chassé à 27 toises, le second à 31, le troisieme & le quatrieme à 75, & le cinquieme à 120.

L'on a ensuite fait charger de chacune 9 livres de poudre, deux autres bombes de 12 pouces, tirées avec le même mortier, toujours pointé sous l'angle de 45 degrés.

La premiere de ces bombes a été portée à 70 toises de distance, où elle a formé, en crevant, un entonnoir de 5 pieds de diametre sur 2 pieds de profondeur ; on n'a retrouvé que trois de ses éclats, le premier à 15 pieds de distance, le second à 16, & le troisieme à 120 toises.

La seconde, chargée de 9 batteries, labourer les parapets, ruiner les défenses, quand même les éclats iroient aussi loin à l'une qu'à l'autre charge.

La raison pour laquelle on ne peut faire de comparaison de la seconde bombe chargée à 9 livres, est qu'elle est tombée dans l'entonnoir d'une des bombes précédentes ; ni de la premiere chargée à 3 livres de poudre, parce que sa portée, étant de 166 toises, son élévation sous l'angle de 45 degrés a été de 41 toises $\frac{1}{2}$, elle s'est par conséquent beaucoup plus enfoncée par sa chûte, & a dû faire un entonnoir bien plus grand, proportionnément aux charges, que la premiere chargée de 9 livres, dont la portée n'a été que de 70 toises, & son élévation de 17 toises $\frac{1}{2}$: les hauteurs de leur chûte étoient donc entr'elles comme 41 est à 17, & malgré cette différence, qui peut-être échappe à ceux devant qui l'on a fait l'épreuve, la

livres, a été tomber précisément dans le trou qu'avoit fait la pénultieme, ainsi l'on n'a pu juger de la grandeur de son entonnoir ; l'on a seulement trouvé quatre de ses éclats, dont le premier a été chassé à 44 toises de distance, le second à 46, le troisieme à 300, & le quatrieme à 350. FAIT *à Metz, le vingt-six juillet mil sept cent quarante.* Signé. . . . . & BELIDOR.

bombe chargée à 9 livres ; & dont la chûte n'étoit que de 17 toises ½ de hauteur, a fait un entonnoir d'un pied plus grand que la bombe chargée à 3 livres, dont la chûte étoit de 41 toises ½ de hauteur.

On n'a pas suivi dans cette épreuve l'usage pratiqué dans les sieges, usage dont les avantages sont démontrés : c'est de tirer sous un angle au-dessus de 45 degrés pour avoir une élévation plus grande de la bombe une plus grande hauteur de chûte, & par conséquent un plus grand choc contre les corps qu'elle rencontre, & un plus grand enfoncement.

C'est sous l'angle le plus approchant de la verticale qu'il falloit faire cette épreuve de bombes, pour juger des efforts par les enfoncemens qui devroient être entr'eux comme les hauteurs des paraboles décrites sous différens angles.

Il paroît par ce procès-verbal d'épreuves, que l'on a pris les moyens estimés les plus propres pour parvenir à une fin préméditée : on a mis à profit toute les ruses de l'esprit, en faisant un mauvais usage de ses lumieres, l'angle de 4 degrés pour le canon, celui de 45 pour la bombe, la suppression des charges de 8, de 18 & de 20 livres, le 11 juin, par un jugement précipité ou prévenu, la comparaison fausse des choses dissemblables, l'injuste application d'une théorie où elle ne convient pas ; tout a été employé

pour établir un systême que l'imagination seule a formé. Malgré tous ces soins & ces artifices, les épreuves ne se déclarent point en faveur du systême : les loix du mouvement & de l'action de la poudre ne dépendent point de la fantaisie des hommes ; notre esprit ne guide pas la nature, c'est la nature qui guide notre esprit dans les choses physiques ; elle maîtrise nos raisonnemens & les dément très-souvent ; ils ne sont justes qu'autant qu'ils lui sont conformes, & c'est l'attention fidele que l'on fait sur ses opérations, qui conduit à des vérités utiles ; elle seule peut nous convaincre & nous persuader.

TROISIEME PARTIE.

OBSERVATIONS sur la charge du canon.

1°. *Il résulte de toutes les épreuves faites à Metz, que la charge de 9 livres de poudre pour les pieces de 24, produit communément autant d'effet que celle de 10, de 12, de 14 & même de 16 livres.*

RÉPONSES.

Que résulte-t-il de toutes les épreuves faites à Metz ? Rien de certain.

L'auteur fonde ses conséquences sur la comparaison des portées moyennes ; or cette comparaison est défectueuse & erronée, une portée moyenne est une partie aliquote de la somme de plusieurs portées particulieres. On a fait voir que ces portées particulieres varient : donc les portées moyennes varient aussi : donc leur comparaison donne des conséquences incertaines.

Mais en admettant ce principe de comparaiſon des portées moyennes, tout faux qu'il eſt, il réſulte de ces épreuves que, dans le ſens de l'auteur, la charge de 8 livres eſt meilleure que celle de 9, puiſque ſa portée eſt plus grande, ſelon l'épreuve du 8 juin; il en réſulte encore que les charges de 18 & de 20 livres ſont les plus convenables de toutes, puiſque leurs portées ſont les plus grandes.

Ces conſéquences ſont très-différentes de celles de l'auteur des obſervations: il eſt facile de juger par l'inſpection de l'état des épreuves, de quel côté eſt la vérité & la bonne foi.

Mais la portée du boulet eſt-elle ſon principal effet? Eſt-il celui que l'on conſidere? N'eſt-ce pas plutôt la deſtruction des corps contre leſquels on l'emploie?

Or cet effet utile eſt différent ſuivant la différente nature des corps & ſuivant leur diſtance.

Les plus grandes forces produiſent le plus grand effort, mais non pas le plus grand effet: un boulet fait autant d'effort contre un balot de laine, que contre un mur de maçonnerie; cependant l'effet ſenſible en eſt très-différent.

Donc la propoſition de l'auteur qui dit que la charge de 9 livres de poudre pour les pieces de 24 produit communément autant d'effet que celle de 10, de 12, de 14 & même de 16, n'eſt vraie que dans un ſens particulier très-limité, c'eſt-à-dire, ſuivant la réſiſtance de certains corps; auquel cas on peut en dire autant de la charge d'une, 2, 3 & 4 livres dans chaque calibre: donc la propoſition de l'auteur eſt mal entendue & faite ſans jugement.

2°. *Que l'on aura un point fixe sur la charge du canon, que l'on ne connoissoit pas, puisque selon l'opinion générale des gens du métier les plus éclairés, les portées devoient augmenter dans la proportion des charges, ce qui est bien contraire à l'expérience; puisque par celle du 8 juin les portées moyennes des charges de 8 & de 14 livres ne different que de 2 toises, & que par celle du 11 du même mois la charge de 9 livres à chassé son boulet à 900 & à 1000 toises de distance, comme celle de 12, de 14 & de 16 livres; ce qui est aussi confirmé par les épreuves faites en tirant dans la terre, où l'on a trouvé que la profondeur moyenne des trous formés par les charges de 9 livres, ne différoit de la profondeur moyenne produite par les charges de 12 & de 14 livres, que d'environ 1 pouce 8 lignes, qui est un trop petit objet pour être mis en ligne de compte; encore cette différence ne vient-elle que du pénultieme coup tiré à 14 livres,*

2°. Où est donc le point fixe? Certainement on ne le connoît pas encore, & il y a de la témérité ou de l'ignorance à le marquer.

Il est absolument faux de dire que, selon l'opinion générale des gens du métier les plus éclairés, les portées doivent augmenter dans la proportion des charges; un pareil mensonge révolte, il n'est pas d'officier d'artillerie, quelque borné qu'il soit, qui le pense.

Voici donc quelle est l'opinion générale des gens du métier, on l'a déja expliqué dans la premiere partie: les portées ne sont pas proportionnelles aux charges, les plus grandes portées répondent aux plus grandes charges jusqu'à un certain point, au-delà duquel les portées diminuent à mesure que l'on augmente les charges.

On ignore dans quelle proportion se fait cette augmentation & cette diminution des portées relatives

dont le boulet s'eſt enfoncé dans une terre beaucoup plus douce que celle qui régnoit dans les endroits où l'on a tiré tous les autres ; mais en total cette derniere épreuve des terres ne peut être auſſi certaine que les premieres.

aux différentes charges ; petites ou grandes.

Ce ſentiment ſur les charges & les portées des bouches à feu eſt confirmé par les expériences journalieres, & en particulier par celle du 8 juin, où les plus grandes portées répondent aux plus grandes charges ; la portée moyenne de 9 livres eſt de 825 toiſes ou de 774 toiſes, celle de 16 eſt de 948, celle de 18 eſt de 975, & celle de 20 de 970. Peut-on révoquer ce fait en doute ? il eſt atteſté par le procès-verbal : comment le concilier avec l'épreuve du même jour qui donne pour les charges de 8 & de 14 livres des portées moyennes qui ne different que de quatre toiſes, ſans avoir recours à quelques-uns des inconvéniens qui ont dérangé les portées particulieres dont on a formé les portées moyennes ? On a déja vu quels peuvent être ces inconvéniens.

Les grandes charges dans les épreuves du 11 conſervent une ſupériorité qui auroit paru plus grande & plus marquée, ſi l'on n'avoit pas ſupprimé les épreuves à 18 & à 20 livres.

Les effets de la poudre auroient paru plus conſtans & plus réguliers, ſi l'on avoit pu pointer exactement, & toujours ſous le même angle, refouler toujours également ; ſi les boulets avoient été non-ſeulement de même calibre, mais encore de même poids ; ſi, &c.

Cette eſpece d'égalité des portées moyennes de 8 & de 14 livres ne peut venir que de quelques-unes des cauſes qui varient les effets de la poudre ; mais enfin l'égalité

n'eſt pas parfaite dans les portées particulieres, dont on tire les portées moyennes; & l'on renvoie l'auteur à l'expérience du madrier, à la conſidération du départ des boulets par une direction différente de celle de l'axe de la piece, à leur chaſſe ſous un angle plus ou moins avantageux, pour apprendre à ne pas décider des effets par les portées, ni des portées par les effets.

C'eſt vouloir ſe jetter dans un embarras inextricable, que de rapporter les profondeurs moyennes des charges de 9, de 12 & 14 livres, pour les comparer enſemble & en tirer des conſéquences.

L'inégalité & l'hétérogénéïté des terres de la butte où l'on a tiré ne fourniſſent aucun fondement à des conjectures vraiſemblables : cependant les plus grands enfoncemens particuliers répondent aux plus grandes charges; mais ces épreuves dans les terres, ainſi que celles de la premiere eſpece, ne peuvent être d'aucune utilité, ſi elles ne ſont faites dans le deſir ſincere de découvrir la vérité, & dirigées ſans employer l'art pour amener l'expérience à ſes vues.

3°. *Quand il s'agira de tirer un grand nombre de coups immédiatement de ſuite, comme on fait pour battre en breche, l'on aura bien plus d'avantage en ne chargeant qu'à 9 ou à 10 livres de poudre tout au plus, que ſi l'on ſe ſervoit de charges plus fortes, parce que les pieces ne s'échaufferont pas autant à beaucoup près,*

3°. Quand il s'agit de tirer un grand nombre de coups immédiatement de ſuite, comme on fait pour battre en breche, on a bien plus d'avantage en ne chargeant qu'à 6 livres de poudre, & même moins, lorſque l'objet à battre fait peu de réſiſtance par la liaiſon de ſes parties, comme la

& que par conséquent elles en dureront plus long-tems : il est bien vrai que les officiers d'artillerie, pour cette considération, ont coutume de diminuer la charge ordinaire & de la réduire à 9 livres; mais ils ignoroient pour la plupart que ces charges faisoient autant d'effet que les plus fortes, quoiqu'ils pensent aujourd'hui différemment.

terre : l'on se sert de la charge de 8 livres lorsque le corps à détruire résiste autant ou plus par la liaison de ses parties que par sa masse, comme la maçonnerie, & que sa distance n'excede pas celle de 300 toises : on a dit la raison de cette conduite dans la premiere partie de ce mémoire.

Il est bien vrai que les officiers d'artillerie font quelquefois usage de la charge de 12 livres, quand ils ont à battre de plein fouet un objet éloigné, dans lequel il faut faire breche.

Lorsqu'il n'est pas question du ricochet, ils ont coutume de commencer par la charge de 8 livres, c'est la charge ordinaire, c'est la charge usitée, c'est le point d'où ils partent; ils augmentent rarement la charge, ils la diminuent presque toujours, ils la reglent, ils la changent suivant le besoin, ils la réduisent judicieusement à la quantité convenable à l'effet qu'ils se proposent.

Cette réduction est souvent plus grande que l'auteur ne le croit; la considération de la chaleur de la piece y entre pour quelque chose, mais des considérations bien plus justes & des vues plus importantes que le ménagement d'une piece de canon reglent leur conduite : c'est le bien du service du Roi, c'est ce qui les maintient dans leurs usages; les épreuves du sieur Belidor ne feront pas varier leur sentiment sur les moyens d'y réussir.

Les maximes & la coutume des officiers d'artillerie

eſt de remplir leur devoir, de ménager la poudre & d'exécuter le canon de la maniere la plus ſûre, la plus convenable à ſa fin, & la moins diſpendieuſe : telle eſt l'idée que l'on doit ſe former des officiers de ce corps; idée qu'ils ſoutiennent par leur conduite & par leur ſavoir.

Dans cette obſervation le mot *effet* eſt encore pris dans un ſens équivoque; s'il ſignifie *effort*, *force* ou *portée*, les officiers d'artillerie ignorent, ou pour mieux dire, ne penſent pas que les charges de 8 & de 9 livres faſſent dans ce ſens autant d'effet que les charges de 18 & de 20 livres; s'il ſignifie l'effet utile & ſenſible, la deſtruction des corps, ils penſent que cet effet varie ſuivant la nature des corps, c'eſt-à-dire, que l'on doit employer les grandes ou les petites charges ſuivant la réſiſtance des corps & leur diſtance : ils penſent aujourd'hui là-deſſus comme ils ont toujours penſé & comme ils penſeront toujours; l'obſervation de l'auteur à ce ſujet porte avec ſoi les marques de ſa préſomption & de ſon impoſture; cette obſervation n'eſt point une inſtruction, c'eſt une injure, c'eſt une calomnie.

4°. *On tire beaucoup plus juſte avec la charge de 9 livres qu'avec les autres plus fortes; puiſque dans les épreuves l'on remarque plus d'égalité dans les portées de ces premiers, que dans celles des autres.*

4°. L'auteur a oublié de faire attention aux inégalités qui ſe trouvent dans les portées de 9 livres du 8 juin, où l'une des portées particulieres eſt de 715, l'autre de 917, & dans celles du 11, où la piece chargée à 9 livres a porté ſon boulet, tantôt à 1010 toiſes, tantôt à 735, dont la différence 275 ne ſe trouve

dans aucune des portées des plus fortes charges, tantôt à 900 & à 731, &c.

5°. *Les affûts ne seront pas si fatigués, en ne se servant que des charges moyennes, & dureront bien plus long-tems qu'en se servant des plus fortes.*

5°. Comme on doit faire usage des charges plus ou moins fortes, suivant le besoin, les affûts seront fatigués plus ou moins suivant l'occasion.

L'usage étant de tirer à 8 livres pour battre en breche, ils seront moins fatigués à cette charge qu'à celle de 9 livres.

On n'a recours à de plus grandes charges que dans les cas de nécessité, comme de plus grande distance ou de plus grande résistance.

6°. *L'œconomie de la poudre est au moins d'un quart, avantage considérable, tant pour sa propre valeur que pour la diminution des charrois qu'il faut pour son transport; & de la subsistance des chevaux nécessaires à ces charrois; objets fort essentiels.*

6°. La véritable œconomie de la poudre pour le Roi consiste dans une dépense judicieuse : donc s'il y a vraiement des cas où les plus fortes charges soient utiles & nécessaires, il faut en faire usage.

Mais la charge ordinaire de 8 livres, employée par les officiers d'artillerie, & leurs maximes détaillées à la réponse troisieme, & dans la premiere partie de ce mémoire, menent à une œconomie plus grande que celle que l'auteur propose, & l'on avoit envisagé avant lui un objet aussi essentiel.

Dans le fond, y a-t-il de l'œnonomie à employer la

la charge de 9 livres, plutôt que celle de 8 livres ?

La feule œconomie que l'auteur pouvoit procurer au Roi, étoit de ne faire aucunes épreuves.

On laiffe à l'auteur le foin d'accorder cette fixieme obfervation avec la troifieme, où il convient que les officiers d'artillerie ont coutume de diminuer les charges, & de les réduire à 9 livres, quoiqu'ils ignorent tous les privileges de cette charge : ils fe font donc bien conduits malgré leur ignorance & les préjugés d'un fentiment contraire ; ils font entrés d'eux-mêmes dans des vues d'œconomie & de jufteffe, fans le favoir ; l'auteur forcé d'approuver leur conduite, cenfure feulement leur ignorance. Pouvoit-il, en effet, briller & fe donner du relief, s'il avouoit que la conduite de ces officiers fût appuyée fur leur fçavoir ? Auroit-il paru les éclairer, s'il n'avoit fuppofé qu'ils fuffent dans les ténébres ?

7°. *Il réfulte encore de ces expériences que les pieces chargées fans bouchon fur la poudre portent réguliérement plus loin qu'en fuivant l'ufage ordinaire, qui eft de refouler fix ou huit coups fur le bouchon de la poudre & fix fur celui du boulet, au lieu qu'en fupprimant le premier & ne refoulant le fecond que de deux coups feulement, le fervice en eft bien plus prompt, & les canonniers moins long-tems expofés devant l'embrafure.*

7°. On fentoit affez, fans ces expériences, qu'en chargeant à gargouffes, il eft inutile de mettre un bouchon fur la poudre ; l'ufage ordinaire du refouloir & du bouchon n'eft pas tant pour comprimer la poudre & lui donner de la force par ce moyen, que pour raffembler avec le bouchon celle qui eft éparfe dans l'ame de la piece ; & la loger doucement avec ce bouchon & le refouloir.

Le bouchon de paille ou de fourrage, intermédiaire entre le boulet & la poudre, ne fait qu'amortir son effet, émousse son ressort, ou plutôt le ressort de l'air qu'elle rarefie, parce que la poudre agit premierement sur ce fourrage interposé, qui est composé de parties flexibles, molles & sans ressort; enfin il seroit à souhaiter que l'on chargeât toujours à gargousses, pour la promptitude de l'exécution.

8°. *L'œconomie de la poudre se fait sur-tout sentir pour l'approvisionnement des places en cas de siege, puisque si l'on tire à ricochet tout le canon destiné à éloigner les approches & à retarder le chemin des sappes, il suffira alors de ne charger les pieces qu'à la huitieme partie du poids du boulet; c'est-à-dire, celle de 24 à 3 livres, celle de 16 à 2, celle de 12 à 1 ½, & celle de 8 à 1 livre; alors elles feront incomparablement plus d'effet, & les boulets iront beaucoup plus loin par ricochet, que si on les tiroit à toute volée.*

8°. Cette observation n'est pas une suite des épreuves & ne dit rien de neuf.

De tout tems on fait que pour tirer à ricochet il faut très-peu de poudre, mais un peu plus où un peu moins, suivant ce que l'on se propose de faire; l'œconomie a suivi de cet usage pratiqué avec jugement & suivant le besoin.

De plus, cette observation est ridicule. Peut-on proposer de défendre une place en tirant à ricochet, & de faire l'approvisionnement de la poudre pour les places en cas de siege sur ce pied?

Que fera le ricochet contre une batterie ou des ouvrages qui se présentent en face, & qu'il faut battre de plein fouet? Le ricochet n'est bon que contre les pieces qu'il

enfile, qu'il écharpe, ou qu'il prend de biais.

Dépend-il toujours de l'assiégé de prendre cet avantage ? L'assiégeant ne les lui fournit que très-rarement, & par une erreur bientôt réparée, jamais par ignorance.

C'est à l'assiégeant de faire usage du ricochet, parce qu'il dépend de lui de prendre les situations propres à l'effet qu'il en attend, en se plaçant, quand le terrein le permet, sur la prolongation des faces des ouvrages dont il veut éteindre le feu.

9°. *Les pieces de canon ayant été faites jusqu'ici pour être capables de résister à l'épreuve d'une charge égale à la pesanteur du boulet, & aux deux tiers du même poids, il est naturel de penser que leur véritable charge se trouvant réglée un à peu plus que le tiers du poids, elles n'ont pas besoin d'être si fort chargées de métal, dont le poids pourra être diminué d'un quart au moins ; & c'est de quoi est convenu le sieur Sautray, fondeur de Paris, pendant son séjour à Metz : cet article, qui est d'une grande conséquence, ayant été discuté devant lui par les personnes que je connois les plus capables d'en bien juger.*

9°. Cette proposition de diminuer l'épaisseur ou le poids du métal des pieces, au moins d'un quart, est séduisante par son œconomie & dangereuse par ses suites en têms de guerre ; il paroît que l'auteur en a senti les conséquences, puisqu'il veut faire retomber sur autrui, & en particulier sur le sieur Sautray, le blâme que lui attireroit une pareille proposition ; mais le sieur Sautray le dément. L'auteur ne nomme pas les autres personnes de sa connoissance capables de bien juger de cette matiere : craint-il d'en être désavoué ?

Pour sentir parfaitement

le foible du raisonnement de l'auteur, il faut distinguer la charge d'épreuve de la charge ordinaire ; l'auteur passe de l'une à l'autre, & tire sa conclusion d'une équivoque & d'une supposition fausse.

Les charges d'épreuve sont égales à la pesanteur du boulet, aux trois quarts, & aux deux tiers de ce poids ; l'épreuve ne se fait qu'une fois.

Les charges ordinaires sont égales au tiers du poids du boulet, ce sont celles de service.

Les pieces ne sont pas fondues pour être capables de faire le service sur le pied des charges d'épreuve, mais sur le pied des charges ordinaires ; elles doivent soutenir une seule fois l'épreuve pour être reçues, & de ce qu'elles ont résisté une seule fois aux charges d'épreuve, on conclud qu'elles feront, comme l'on dit, de bon service, c'est-à-dire, capables de résister pendant un assez long tems à leur charge ordinaire, fixée au tiers du poids du boulet. Or elles résistent à peine à cette charge : donc point de diminution de métal. Le service des pieces de gros calibre est de peu de durée : donc elles sont trop foibles de métal.

Quelque légere que soit une piece de canon, le reste égal d'ailleurs, elle donne les mêmes portées & les mêmes effets ; la durée en est seulement différente.

Dans le fait on emploie très-rarement les fortes charges. Dans le service ordinaire on charge au tiers du poids du boulet ; cependant les pieces de 24 périssent trop aisement : donc point de diminution de métal.

Aux exercices de pratique des écoles où l'on charge au quart du poids, les pieces de 24 s'altérent aisément & périssent, celles de 4 résistent bien : donc celles-ci sont suffisamment chargées, & celles-là sont trop foibles de

métal : donc il faudroit à celles-là une augmentation de métal ; & il est très-vrai de dire que les grosses pieces n'ont pas à proportion autant d'épaisseur que les petites, pour résister aux efforts qu'elles ont à soutenir ; de-là vient la différence de leur durée à service égal.

RÉFLEXIONS sur la charge des bombes.	RÉPONSES.
1°. *L'on a deux objets principaux dans l'usage des bombes ; le premier & le plus ordinaire est dans les sieges de démonter & de ruiner les batteries, & de mettre le désordre parmi les troupes assiégées ; le second est de brûler & de détruire les maisons & édifices.*	Les réflexions de l'auteur ne sont pas plus justes que ses observations.
Comme le premier objet est le principal & le plus ordinaire dans l'attaque des places, les bombes de 12 pouces chargées de 3 livres de poudre ou de 4 livres au plus, produiront le même effet que si elles étoient chargées de 9 ou de 10, comme on fait ordinairement, puisque les éclats chassés par ces deux charges sont portés à peu près à la même distance, & briseront par conséquent les	Les bombes de 12 pouces sont faites pour contenir environ 15 livres de poudre ; mais suivant les différens usages, elles doivent être chargées à 8, 9 ou 10 livres de poudre. Pour remplir leur principale fin, elles doivent être tirées sous un angle au-dessus de 45 degrés pour avoir une plus grande chûte, & par conséquent un plus grand enfoncement dans les terres ; elles doivent donc avoir une charge capable de soulever ces terres, faire l'effet d'une fougasse, labourer le parapet, & jetter ses éclats encore avec assez

rouages, flasques & plate-formes, aussi bien que les palissades & madriers de retranchemens.

Quand au second objet, dans le cas d'un bombardement, on sera le maître de forcer la charge pour incendier les endroits qu'on voudra détruire, & alors la plus grande quantité de poudre cause un plus grand effet.

de force pour démonter les batteries en brisant les affûts & les rouages.

Une charge de trois livres ne fait que séparer les deux parties qui forment la bombe & souvent ces deux calottes restent dans les terres, ou du moins il y a peu déclats; ils sont gros & n'ont que très-peu de force & très-peu de portée.

Il en est de même pour mettre le désordre parmi les troupes; les grandes charges font un plus grand nombre d'éclats & leur effet est plus certain.

2°. Les bombes de 8 pouces étant uniquement destinées à donner de l'inquiétude & à faire du mal aux troupes qui sont dans les ouvrages, leur véritable charge est seulement d'une livre de poudre, au lieu de 5 ou 6 qu'on a coutume d'y mettre; cette petite charge leur convient d'autant mieux que le meilleur usage qu'on peut faire de ces bombes est de les tirer à ricochet, soit pour l'attaque ou pour la défense.

2°. Les bombes de 8 pouces sont faites pour contenir environ 4 livres de poudre, & leur charge, selon les différens cas, est de 2 ou 3 livres.

La méthode des expériences a un air d'autorité & d'empire qui impose à notre raison & tyrannise notre créance; on ne

peut & on ne doit pas même contester les faits, mais les faits en certain genre sont-ils lumineux par eux-mêmes ?

Une même cause produit des effets qui paroissent contraires, suivant que cette cause est plus ou moins active, & différemment appliquée.

Lorsque plusieurs causes agissent sur plusieurs sujets, pour concourir à un seul effet, combien de combinaisons ? Ne peut-on pas présenter les différens sujets aux différentes causes en plusieurs manieres ? Ne peut-on pas en substituer, en ôter, les placer à différentes distances, dans diverses situations, en différens tems, en différens lieux ? Combien de changemens n'arrive-t-il pas ? Le fait qui en résulte est-il toujours le même ?

On peut donc varier les expériences, les contourner, les plier, les fléchir : on peut donc déguiser ou corrompre les faits ; les causes qui les produisent peuvent s'altérer, diminuer ou augmenter, devenir plus ou moins actives ; les sujets qui en reçoivent les impressions peuvent recevoir aussi une infinité de changemens ; qui est-ce qui démêlera ces accidens ? Qui est-ce qui assujettira ces causes ? Combien de faits différens ?

La poudre est dans ce cas : trois ma-

tieres la composent; ces matieres ne sont pas toujours de même qualité.

Elle est réduite en grains, dont la figure, la grosseur & la sécheresse varient à l'infini; elle est plus ou moins active, suivant sa nature, suivant les lieux & les tems.

Ses effets sur les corps qui reçoivent son impression, pour agir sur d'autres corps, varient encore à l'infini.

Les corps qui reçoivent ses premieres impressions ont différentes figures, différens poids, différens centres de gravité; ceux-ci agissent à différentes distances sur d'autres corps de différente résistance.

La poudre agit diversement suivant sa quantité, suivant le canal où elle est contenue; & l'espace qu'elle occupe; elle s'enflamme en différens tems, en différens points: le canal est plus ou moins long; à chaque inclinaison de ce canal, nouvel effet: la poudre n'est constante que dans son inconstance; au moindre changement qui arrive, nouvelle bisarrerie: à laquelle des causes est arrivé ce changement? Qui est-ce qui le reconnoîtra? Sous combien d'aspects différens la même chose ne s'offre-t-elle pas à nos observations? Et ne doit-on pas avouer que ce qu'il y a de plus certain sur cette matiere, c'est l'incertitude même?

Que l'on produiſe à préſent des épreuves, que l'on cite des faits, on écoutera avec plaiſir & avec attention quiconque eſt en état de donner des lumieres ſur des choſes auſſi épineuſes qu'utiles.

On ſçait aſſez qu'il eſt néceſſaire de connoître les charges & les portées du canon : l'expérience de près de 400 ans, la pratique la plus judicieuſe & la plus attentive jointe à une profonde théorie, n'a encore vu que de l'incertitude ſur ces faits.

Un obſervateur nouveau paroît ; le ſieur Belidor, peu ſcrupuleux ſur ſes idées, peu circonſpect dans ſes recherches, ſans expérience, ſans pratique, franchit toutes ces difficultés ; il marque les progrès & les bornes de la poudre ; il fixe le point de ſa plus grande force, comme celui de ſon plus grand effet ; ſans avoir vu la guerre, il décide, il donne des inſtructions ſur le ſervice, il enſeigne quel doit être l'uſage militaire de la poudre, il preſcrit des regles ſur l'exécution de l'artillerie : doit-on recevoir ſes regles ? Oui, ſans doute, ſi elles ſont utiles, ſi elles ſont juſtes, s'il ſçait mettre un frein à la poudre, & s'il peut répondre de ſes effets.

Les perſonnes un peu verſées dans la pratique de l'artillerie, en géométrie & en phyſique, qui liront ce mémoire avec quel-

qu'attention, conviendront qu'il n'eſt pas de malice plus frauduleuſe ou d'ignorance plus marquée ſur le méchaniſme des effets irréguliers de la poudre, que de vouloir apprécier, déterminer la charge la plus convenable à telle ou telle bouche à feu : on ne parviendra jamais à cette fin, à ce point fixe, par aucunes épreuves, fuſſent-elles réitérées pendant des ſiecles, conduites par la pratique la plus conſommée, & dirigées par la théorie la plus ſcrupuleuſe : avantages que n'ont pas celles du ſieur Belidor. Or il n'eſt point ignorant ſur les variétés immenſes du méchaniſme de la poudre ; y a-t-il donc de la bonne foi ou de la fourberie dans ſa conduite ? Il eſt facile de conclure.

Toutes les obſervations du ſieur Belidor ſe réduiſent à dire que :

La charge de 9 livres de poudre pour la piece de 24 eſt la plus convenable, & qu'elle produit les plus grandes portées & les plus grands effets.

Qu'en conſéquence de cette charge de 9 livres, il faut diminuer le métal des pieces de 24 au moins d'un quart.

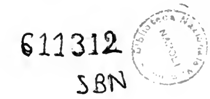
Qu'il faut éloigner les approches, en ne tirant qu'à ricochet.

Qu'il faut faire l'approvisionnement des places sur ce pied du tir à ricochet.

Que trois à quatre livres de poudre dans les bombes de 12 pouces suffisent pour démonter & ruiner les batteries, labourer les parapets & inquieter les troupes.

Les militaires suffisamment expérimentés se conformeront-ils à de pareilles observations ?

FIN.



LIVRES

Qui se trouvent chez le même Libraire.

ART MILITAIRE.

Art de la Guerre, par principes & par regles ; ouvrage de M. le Maréchal de Puysegur, mis au jour par M. le Marquis de Puysegur son fils, Maréchal des Camps & Armées du Roi, *in-fol.* orné de vignettes, fleurons, & de 41 planch. 1748. Il se vend relié en un volume, 60 liv.

— Le même Ouvrage. Nouvelle édition. En deux volumes *in-4°.* avec 51 planches, 1749. 30 liv.

— Extrait du même ouvrage, *in-12.* broché, 1 l. 4 s.

L'Art de la Guerre-pratique, où il est traité de tout ce qu'un Militaire doit savoir & pratiquer sur chaque partie de la guerre : le tout confirmé par des exemples tirés de l'histoire & de la vie des grands Capitaines, anciens & modernes. Par M. de Saint-Geniés, 2 vol. *in-12*, 5 liv.

Mémoires Militaires sur les Grecs & les Romains, où l'on a fidelement rétabli, sur le texte de Polybe, & des Tacticiens Grecs & Latins, la plûpart des ordres de bataille, & des grandes opérations de la guerre des Anciens. Par M. Guischardt. Enrichis de figures & de cartes : deux volumes *in-4°.* reliés en un. *Amsterdam*, 1758. 18 liv.

— Le même Ouvrage en 2 vol. *in-8°.* 12 liv.

Mémoires de M. le Marquis de Feuquiere, lieutenant général des armées du Roi, contenant ses maximes sur la guerre & l'application des maximes aux exemples. Nouvelle édition, En quatre volumes *in-12.* avec 12 planch. 12 liv.

Essai sur la Cavalerie, tant ancienne que moderne, avec les instructions & les nouvelles ordonnances qui y ont rapport ; les exercices & les évolutions de la cavalerie ; leur utilité & leur emploi dans les batailles & dans les sieges ; l'état actuel des Troupes à cheval, en France, &c. par M de Hauteville, *in-4°.* 1756. 15 liv.

Essai sur l'Art de la Guerre, par M. le Comte Turpin, en 2 vol. in-4°.

Détails Militaires, par M. de Chennevieres, en 4 vol. *in-12.* 16 liv.

—Idem. *Suite.* Tomes 5 & 6, *in-12.* 8 liv.

Politique militaire, ou Traité de la guerre, par M. Paul Hay du Châtelet. Nouvelle édition, *in-12.* 1757. 2 liv. 10 f.

La Milice des Grecs, ou Tactique d'Elien, ouvrage traduit du grec, avec des notes & des figures, auquel on a joint un Discours sur la Phalange & sur la Milice des Grecs en général, & une Dissertation sur le Coin des Anciens. Par M. Bouchaud de Bussy. En deux petits volumes *in-12.* avec figures, 1757. 5 liv.

Mémoires sur la Guerre, tirés des Originaux de M. de Turenne, avec plusieurs Mémoires concernant les Hôpitaux militaires, deux volumes *in-12*, *sous presse.*

Mémoires des deux dernieres Campagnes du Vicomte de Turenne, en Allemagne, & de ce qui s'est passé, depuis sa mort, sous le commandement du Comte de Lorge. Nouvelle édition revue & corrigée. *in-12.* 2 liv 10 f.

Histoire de la Milice Françoise, par le P. Daniel, en 2 vol. *in-4°.* avec figures.

Essai sur la Tactique de l'Infanterie, *in-4°.* deux vol. reliés en un, avec 18 planch. 18 liv.

Esprit de Tactique de M. le Maréchal de Saxe, *in-4°.* 2 vol. reliés en un, avec beaucoup de figures. 18 liv.

Elémens de Tactique, où l'on traite de l'arrangement & de la formation des troupes, des évolutions de l'Infanterie & de la Cavalerie, des principaux ordres de bataille, de la marche des armées, & de la Castramétation, par M. le Blond, *in-4°.* avec 40 planches, 1758. 25 liv.

Nouveau projet d'un Ordre François en Tactique, avec la suite du nouveau projet de tactique, par M. Menil-Durand, *in-4°.* avec figures. 15 liv.

Mémoire sur la Guerre, par le Maréchal de Saxe, *in-8°. Dresde.*

Mémoires Militaires du Comte de Forbin, en 2 vol. *in-12.* 6 liv.

Fonctions des Généraux d'Armée, par le Chevalier de Saint-Julien, *in-8°.* 4 liv. broché.

Réflexions Politiques & Militaires, de M. le Marquis de Santacruz, en 12 vol. *in-12. Amsterdam.*

Pensées sur la Tactique, par M. le Marquis de Silva, *in-8°.* avec 12 plan. 1768. 7 liv.

Le Parfait Capitaine, ou Abrégé des Guerres des commentaires de César, *in-12.* 3 liv.

Commentaire sur la retraite des dix mille de Xenophon, ou Nouveau Traité de la Guerre, par M. le Cointe, en 2 vol. *in*-12. 6 liv.

L'Art de la Guerre, par M. de Quincy, en 2 vol. *in*-12. 6 liv.

Histoire de Polybe, avec un Commentaire ou un corps de science militaire, enrichi de notes historiques & critiques. Par M. de Folard. En 7 vol. *in*-4°. avec fig. 96 liv.

Abrégé du même ouvrage, en trois volumes *in*-4°. fig. 45 liv.

L'Esprit du Chevalier Folard, *in*-8°. Fig. Amsterdam, 6 liv.

Relation du fameux Siege de Grave, en 1674, & du Siege de Mayence en 1689, avec le plan de ces deux villes, *in*-12. 3 liv.

Histoire Militaire du Regne de Louis XIV, par M. le Marquis de Quincy, en 8 vol. *in*-4°. avec figures.

Mémoires Historiques & Militaires de Messire de Chastenet, Seigneur de Puysegur, sous les regnes de Louis XIII & de Louis XIV, &c. avec des instructions militaires. En deux volumes *in*-12. 1748. 5 liv.

Mémoires d'Artillerie de M. Surirey de Saint-Remi. Nouvelle édition beaucoup plus ample que toutes les précédentes; avec une table des matieres par ordre alphabétique. En 3 vol. *in*-4°. accompagnés de plus de 200 pl. 1745. 45 liv.

Théorie nouvelle sur le méchanisme de l'artillerie. Par M. Dulacq, Officier d'Artillerie du Roi de Sardaigne, *in*-4°. avec 40 planches, 15 liv.

Essai de l'application des forces centrales aux effets de la poudre à canon. Par M. Bigot de Morogues, Officier d'Artillerie; *in*-8°. se vend broché 2 liv. & relié, 3 liv.

La Forge de Vulcain, par le Chevalier de Saint-Julien, *in*-8°. *Amsterdam*, 4 liv. broché.

Nouveau Traité sur les Feux d'artifice; par M. Frézier. Nouvelle édition, totalement changée & augmentée du double, *in*-8°. avec figures. 1747. 6 liv.

* Le même ouvrage en un vol. *in*-4°. 18 liv.

Manuel de l'Artificier, où l'on donne la préparation & les compositions de toutes les pieces qui entrent dans l'ordonnance d'un feu d'artifice, avec la maniere de faire les Feux Chinois, suivant le P. d'Incarville, & les Feux Italiens selon la méthode des sieurs Ruggieri, *in*-12. avec 12 pl. 3 liv.

Œuvres diverses de M. Belidor, concernant le Génie & l'Artillerie, *in*-8°. avec 7 planches, 1764, 6 liv.

L'Ingénieur de Campagne, ou Traité de la Fortification pas-

sagere. Par feu M. le Chevalier de Clairac, Brigadier des Armées du Roi, Ingénieur en chef à Bergues, *in*-4°. enrichi de 36 planches. Seconde édition, 1757. 15 liv.

Le Parfait Ingénieur François, ou la Fortification développée suivant les systêmes de M. de Vauban, & des autres Auteurs qui ont écrit sur cette science, avec l'attaque & la défense des Places, nouvelle édition, augmentée du siege de Namur, en 1692, & du siege de Lille, en 1708, *in*-4°. enrichi de 50 planches, 15 liv.

L'Ingénieur françois, contenant la Géometrie pratique, & la fortification réguliere & irréguliere. Par M. Naudin, Ingénieur du Roi, *in*-8°. avec figures. 7 liv.

Elémens de la guerre des sieges, nouv. édition, augmentée du double, enrichie de plus de 50 planches, & d'une Table de matieres fort ample à la fin de chaque volume. En trois volumes *in*-8°. 1762, 21 liv.

* De l'attaque & de la défense des Places, avec un Traité pratique des mines. Par M. le Maréchal de Vauban. En deux volumes, grand *in*-4°. 36 liv.

—Le même Ouvrage. En deux volumes *in*-8°. Nouvelle édidition, corrigée & augmentée. *La Haye*. Avec 41 plan. 12 liv.

Traité pratique des mines, un vol. *in*-8°. séparément. 5 liv.

Traité de la défense des Places; ouvrage original de M. le Maréchal de Vauban, *in*-8°. avec 6 plan. *Sous presse*.

Nouvelle Fortification, par le Baron de Coehorn; *in*-8°. *Amsterdam*, 6 liv.

Maniere de fortifier, de M. de Vauban, en 2 vol. *in*-8°. *Lyon*.

Journal du Siege de Berg-op-Zoom, *in*-12, avec figures, 3 liv. 12 sols.

Mémoires sur l'attaque & la défense d'une Place, par M. Goulon. Nouvelle édition augmentée, *in*-8°. avec 9 pl. *Amsterdam*, 1764. 6 liv.

Traité de la défense des places par les contre-mines : avec des réflexions sur les principes de l'Artillerie, *in*-8°. avec 5 planches, 1768, broché, 4 liv. 10 sols.

MATHÉMATIQUE.

Abrégé du Cours de Mathématique de M. Chrétien Wolf, contenant l'arithmétique, l'algebre, la géométrie, la trigonométrie, la méchanique, l'hydrostatique, l'airométrie, l'hydraulique, l'optique, la catoptrique, la dioptri-

que, la perspective, la géographie, la chronologie, la gnomonique, l'astronomie, la navigation, la fortification, l'attaque & la défense des Places, l'artillerie, les feux d'artifice, & l'architecture. En trois volumes *in*-8°. enrichis de 69 planches, 1747. 18 liv.

Nouveau Cours de Mathématique à l'usage de l'Artillerie & du Génie, où l'on applique les parties les plus utiles de cette Science à la théorie & à la pratique des différens sujets qui peuvent avoir rapport à la guerre, *in*-4°. nouvelle édition, avec 34 planches, 15 liv.

Nouveau cours de Mathématique, contenant les Elémens du Calcul numérique & algébrique, & les Elémens de Géométrie, à l'usage de MM. les Cadets Gentilshommes de Sa Majesté le Roi de Pologne. Par M. l'Abbé Plaid, en deux vol. *in*-8°. Fig. 12 liv.

Le Guide des jeunes Mathématiciens, ou Abrégé de Mathématique, mis à la portée des commençans, où l'on traite de l'Arithmétique, de l'Algebre, des Elémens de Géométrie, des Sections coniques, de l'Arithmétique des infinis, &c. avec de nouvelles méthodes pour la pratique du Jaugeage. Traduit de l'Anglois de Jean Ward, par le R. P. Pezenas, *in*-8°. avec 16 planches, 1756. 7 liv.

Dictionnaire Universel de Mathématique & de Physique, où l'on traite de l'origine & du progrès de ces sciences, avec l'exposition de leurs principes, l'explication de tous les termes qui y ont rapport, &c. tiré des Dictionnaires de Mathématique d'Ozanam, de Wolf, de Stone, &c. Par M. Savérien, en deux volumes *in*-4°. grand papier, enrichis de 100 planches, 36 liv.

Application de la Géométrie, & des calculs différentiel & intgral à la résolution de plusieurs problêmes. Ouvrage précédé de l'histoire de ces calculs. Par M. Robillard le fils, *in*-4°. avec 30 planches, 12 liv.

Recueil des Pieces qui ont remporté le prix de l'Académie Royale des Sciences depuis leur fondation en 1720, jusques y compris l'année 1747; avec les Pieces qui y ont concouru. En six volumes *in*-4°. avec fig. 90 liv.

Traité Analytique des sections coniques, fluxions & fluentes, avec un Traité des quadratures, & un essai sur le mouvement, par M. Muller; traduit de l'anglois par l'Auteur, *in*-4°. avec 18 planches, 15 liv.

Elémens d'Algebre, traduit de l'Anglois de Maclaurin; par M. le Cozic, Professeur de Mathématique aux Ecoles de la Fere: *in*-4°. avec 13 planches, 12 liv.

Planche 1.

Figure 3.

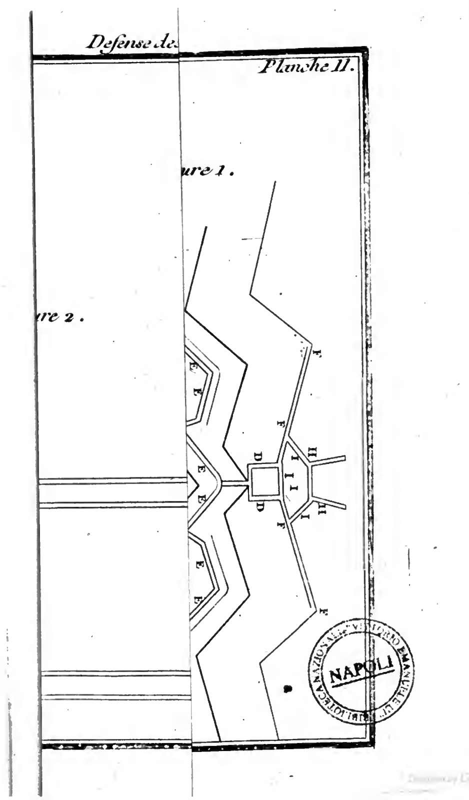

Defense de
Planche II.
ure 1.
re 2.
F
F
F
F
D
D
E
E
E
E
E
E
I
I
I
I
H
H

Planche III

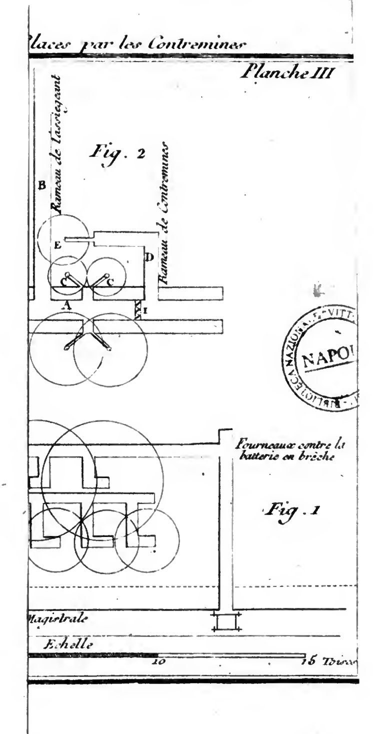

Fig. 2
Rameau de l'assiegeant
Rameau de Contremines
B
E
D
C
C
A
I
Fourneaux contre la batterie en brêche
Fig. 1
Magistrale
Echelle
10
15 Toises

Planche IV.

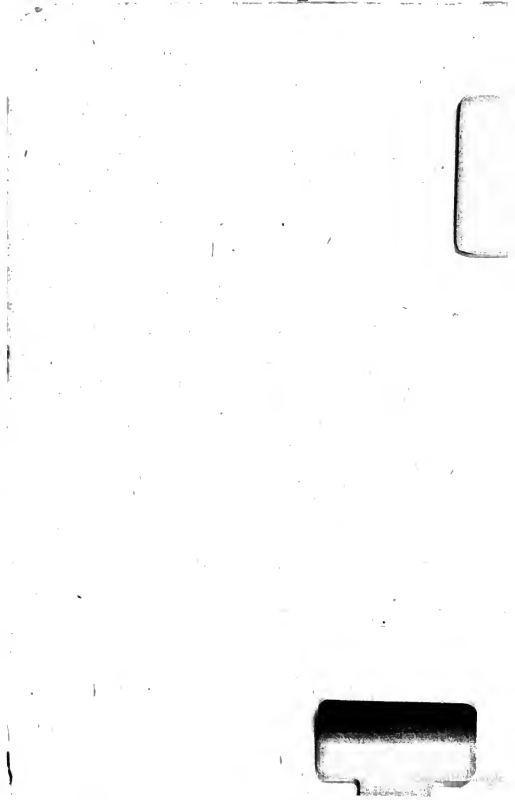
2 3 4 5 25 T.

Planche I.

du Glacis

Echelle

10 15 25 T.




BIBLIOTECA